

SVENSK PUNKTSKRIFT

Matematik och programmering

En studie om läromedel, metoder och teknik som fungerar för punktskriftsanvändare

Frida McCabe
Linn Wrangmark



PUNKTSKRIFTS-
NÄMNDEN
MYNDIGHETEN FÖR TILLGÄNGLIGA MEDIER

Titlar i skriftserien Svensk punktskrift:

Fonetik och punktskrift, av Lillemor Andersson och Catharina Johansson (2005)
Kortskrift. Nivå 1 och 2 (1997)
Kortskrift. Nivå 3 och 4, för anteckningar (1997)
Louis Braille – Skapare av ett skriftsystem, av Beatrice Christensen Sköld (andra upplagan, 2011)
Matematik och programmering: en studie om läromedel, metoder och teknik som fungerar för punktskriftsanvändare (2023), av Frida McCabe och Linn Wrangmark
Punktskriften och dess användning (andra upplagan, 2010)
Punktskriftens skrivregler för matematik och naturvetenskap (andra upplagan, 2012)
Punktskriftens termer (andra upplagan, 2013)
Schacknotation i punktskrift (2013)
Svenska skrivregler för punktskrift (andra upplagan, 2009)
Tactile maps – Guidelines for the production of maps for the visually impaired (2003), av Yvonne Eriksson, Gunnar Jansson och Monica Strucel
Taktila kartor –Handledning i kartframställning (2003), av Yvonne Eriksson, Gunnar Jansson och Monica Strucel

Tidigare utgivning:

Handledning i reliefbildframställning på svällpapper (1994), av Yvonne Eriksson och Monica Strucel
A guide to the production of tactile graphics on swellpaper (1995), av Yvonne Eriksson och Monica Strucel

Innehåll

Förord	3
Summary in English	5
Inledning	7
<i>Syfte och bakgrund</i>	7
<i>Omfattning</i>	7
Metod och utförande	9
<i>Internet- och litteraturundersökningar</i>	10
<i>Frågeformulär</i>	13
<i>Intervjuer</i>	13
Resultat	17
<i>Litteraturundersökning</i>	17
<i>Läromedel och metoder</i>	24
<i>Frågeformulär</i>	31
<i>Intervjuer</i>	45
<i>Intressant teknik samt programmeringsverktyg</i>	64
<i>Mejlkonversationer</i>	68
Diskussion	71
Slutsatser	77
<i>Vilka befintliga läromedel, metoder och tekniker, digitala respektive analoga, finns och i vilken omfattning används de?</i>	77
<i>Varför fungerar vissa läromedel och metoder bra respektive mindre bra för punktskriftsanvändare? Har det att göra med teknik, material och/eller lärsituationer? ..</i>	78
<i>Förbättringspotential</i>	79
Referenser	81
Bilagor	87
<i>Bilaga I: Frågeformulär – pedagoger/resurser</i>	87
<i>Bilaga II: Frågeformulär – elever</i>	91

Förord

Denna studie av har beställts av Punktskriftsnämnden på MTM och utförts av Frida McCabe och Linn Wrangmark på företaget Medow AB. Vi är mycket glada över resultatet och publicerar därför rapporten i nämndens skriftserie.

Den vision om att skapa en flexibel och komplett digital lärmiljö för punktskriftsanvändare som studerar matematik och programmering har tagits fram i en arbetsgrupp som nämnden har organiserat. Studien syftar till att vara en start för att förverkliga den visionen. Deltagare i arbetsgruppen är: Tim Arborealis, Anders Eklund, Fredrik Larsson, Jonatan Lundin, Charlotte Magnusson, Annika Risberg och Björn Westling.

Mars 2023

Björn Westling
Punktskriftsnämnden, MTM

Summary in English

This study has been commissioned by the Swedish Braille Authority (Punktskriftsnämnden) and realized by Frida McCabe and Linn Wrangmark at the company Medow AB.

It is intended to be a first step in realizing a vision of creating a flexible and complete digital learning environment for braille users studying STEM subjects (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

The study covers the following two questions: What are the existing learning materials, methods, and technologies, and to what extent are they used? Which ones work well or less well for braille users, and why? The study focuses on the situation in Sweden.

The study has been performed through literature search, questionnaires and interviews with braille-using students studying up to and including upper high school level (gymnasium) mathematics and/or programming, and their teachers. Various other professionals in the field have also been interviewed.

The number of replies to the questionnaire is too low for statistics to be made, but qualitative conclusions can be drawn from the material.

The discussion and conclusion cover areas such as: comparing what reasons the different participants in this study believe stand in the way of students using braille reaching their full potential in STEM subjects, that lack of time is an issue, and that in some cases it is not lack of existing learning materials, methods and technologies but the teachers' and students' knowledge of and access to them that might be the problem. Regarding students not reaching their full potential, all participants believe that the education of the personnel working with the student using braille plays a big part in this.

As a part of the conclusion the following areas of improvements are suggested:

- **Swell paper images** – could have larger grids and more distinct lines. Possibly a different medium could be used to display graphs. The swell paper images could also be labelled in ink print to facilitate identification by the teachers.
- **Accessible block programming** – the programming environments used in Sweden today are not accessible to braille users.

- **Mathematical expressions in digital environments** – it would be beneficial to make sure screen readers and braille displays can decode and reproduce mathematical expressions etc. in a satisfactory manner, even if they are written in for example MathML and not AsciiMath. It would also be beneficial for braille users to be able to write mathematical expressions and have them visualized for the sighted through e.g. MathType, which currently does not support Swedish.
- **Information about programming for braille users** – currently there exists no good compilation of guidance on how to teach programming to students who are braille users. There is also a lack of information on learning material accessible to braille users.
- **Education of personnel** – both teachers and assistants would benefit from more support and education on how to make it possible for students who are braille users to reach their full potential. It could for example be made mandatory for the personnel involved in the student's education to attend a course at Specialpedagogiska skolmyndigheten (SPSM) and have continuous contact with the SPSM unit Resurscenter Syn.
- **Unburdening of teachers** – teachers need some form of relief to make time available for making the necessary adaptations in their teaching, and for spending the necessary time with the student so that this task doesn't fall upon the assistant (who lacks the necessary education to teach the subject).
- **Adaptation of learning materials** – it would be beneficial to work more with making the learning materials fun and to make sure that the braille using student can use the same learning materials as the rest of their class, in an adapted version. It would be beneficial if mathematical problems could be read and solved in the same medium.
- **Computer skills** – the students would benefit from more training in computer usage. There could for example be courses covering not only the basics, so that braille users can use their computers independently.
- **Cooperative and communicative learning** – if students in mathematics are not following the pace of the rest of the class and/or have a lot of individual tutoring, they are at risk of missing out on communicative and cooperative learning that the rest of the class gain through discussions and pair- or group exercises. This in turn can negatively affect the students' development and understanding of mathematics.

Inledning

Syfte och bakgrund

Enligt uppdragsgivaren Punktskriftsnämnden, befaras dagens lärmiljö för punktskriftsanvändande elever i grundskola och gymnasium vara underutvecklad och dåligt fungerande. Detta kan leda till onödiga och oönskade hinder i studier av matematik och programmering, samt andra ämnen med läromedel som har ett komplext innehåll. Det är av dessa skäl det tyvärr anses vara svårt för punktskriftsanvändare att uppnå sin fulla potential i studier av sådana ämnen.

Ett känt exempel är att punktskriftsanvändare idag digitalt inte kan skriva matematiska formler med punktskrift och få dessa omvandlade till den notation som omgivningen använder. Inte heller går det att få sådan input visualiserad för en seende omgivning.

Punktskriftsnämnden, en del av Myndigheten för tillgängliga medier (MTM), har låtit utföra denna studie om läromedel, metoder och teknik för matematik och programmering som används idag och som fungerar för punktskriftsanvändare.

Studien syftar till att vara ett första delsteg i att förverkliga en vision om att skapa en flexibel och komplett digital lärmiljö för punktskriftsanvändare som studerar matematik och programmering.

För att förverkliga visionen kommer det att krävas en serie av ytterligare studier och utvecklingsprojekt.

Denna studie syftar till att ta fram underlag till den designprocessen.

Omfattning

Studiens centrala frågeställningar är:

- Vilka befintliga läromedel, metoder och tekniker, digitala respektive analoga, finns och i vilken omfattning används de?
- Utifrån denna kartläggning är frågan varför vissa läromedel och metoder fungerar bra respektive inte bra för punktskriftsanvändare?
 - Har det att göra med teknik, material och/eller lärsituationer?

Även följande frågeställningar berörs, men tillhör framför allt nästa steg i processen:

- Vilken teknikutveckling kan man anta kommer att påverka området undervisning i matematik och programmering i synnerhet för punktskriftsanvändare? Vilka nya tekniska tillgänglighetslösningar kan påverka, till exempel utrustning som kan visa grafer och bilder taktilt, 3D-teknik, taktil blockprogrammering.
- Vilka trender i digitaliseringen kan identifieras som har bäring på undervisning i matematik och programmering?
- Finns det skillnader i vilka läromedel, metoder och tekniker som används i andra delar av världen, till exempel i U.S.A., i Europa och i exempelvis Indien?

Metod och utförande

Fyra sätt att få fram information på har använts: internetsökning, mejlutskick, frågeformulär samt intervjuer.

Studien inleddes med internet- och litteraturundersökning för att samla in information kring befintliga läromedel, metoder och teknik utvecklade för studier i matematik- och/eller programmering, samt de hjälpmedel som finns tillgängliga för punktskriftselever. Sökningen fokuserade på svenska läromedel, metoder och teknik gjorda för grundskole- och gymnasienivå men behandlade även utländska motsvarigheter som påträffades under sökningen.

Det gjordes även en allmän sökning på aktörer som associeras med blindhet/synnedättning, dels för att hitta informationskällor till studien och dels för att hitta ingångar för att nå deltagare till att fylla i frågeformulär och delta i intervjuer.

Under studiens gång intervjuades fackmän i form av forskare från Certec samt utbildningskoordinator från Vattenhallen som båda tillhör LTH (Lunds Tekniska Högskola), projektledare och rådgivare från SPSM (Specialpedagogiska Skolmyndigheten), läromedelsutvecklare inom ämnena på förslag samt en pedagogisk utvecklare och forskare på NCM (Nationellt Centrum för Matematikutbildning).

Vad gäller litteraturundersökning rörande läromedel och metoder för matematik så valdes det att undersöka vilka läromedel som var de marknadsledande inom låg-, mellan- och högstadiet, samt för gymnasiet i matematik och gå igenom dessa för att på så sätt komma fram till de vanligaste metoderna för att lära ut de olika områdena inom matematik. Detta valdes att utföras efter de initiala sökningarna samt samtal med Lunds universitet, SPSM och NCM för att författarna av denna studie skulle vara mer insatta i lärmiljön för punktskriftsanvändare och på så sätt kunna dra slutsatser kring innehållet och metoderna i läromedlen.

För programmeringen kontaktades Skolverket för att undersöka bland annat vad de under sina kurser för lärare rekommenderar för programmeringsspråk, webbplatser och IDE:er (integrerade utvecklingsmiljöer), företag som erbjuder laborativa material och utvecklare till några av de verktyg för blockprogrammering och robotar som finns idag. För att ta reda på vad det finns för internationella läromedel, metoder och teknik kontaktades utländska skolor och aktörer via mejl.

Ett frågeformulär på Google forms skapades för personal som undervisar i matematik och/eller programmering och som har erfarenhet av att undervisa elever som är punktskriftsanvändare. Ett annat frågeformulär i Word skapades för matematik och/eller programmeringselever som är punktskriftsanvändare. Formulären användes för att samla in målgruppernas upplevelser och åsikter och för dem som kunde tänka sig att ställa upp på en intervju så hölls det även fördjupande intervjuer. Information om studien och frågeformulären distribuerades via bland annat SPSM, Syncentralen, taltidningar samt Unga med synnedläggelse (US).

All information sammanställdes och analyserades för att dra slutsatser kring vad som kan behöva göras bättre för elever som är punktskriftsanvändare samt kartlägga vilka lösningar som finns i dag och som kan förväntas komma i framtiden.

Internet- och litteraturundersökningar

Artiklar om matematik

Sökningar gjordes framför allt på Google men även på andra sidor som googlesökningarna ledde till så som SPSM:s webbplats och Lund University Publications. Följande artiklar är de som hittades under internet- och litteraturundersökningen och ansågs mest relevanta för studien:

Att stödja och undervisa elever med svår synnedläggelse eller blindhet i matematik, Xuan-Phung Lai. Examensarbete, Malmö universitet [7]

Math that feels good – Creating learning resources for blind students. Projekt av ett internationellt team [46]

Attityder och hjälpmedel viktiga i undervisning av synnedlagda, Claes Nilholm. Artikel på Skolverket [11]

Matematiska samtal i undervisningen, Cecilia Kilhamn. NCM. [8]

Abakus- något att räkna med?: en studie av räkneramen Abakus användning bland elever med grav synskada i årskurs 1–6, Marianne Eng. Examensarbete Stockholms Universitet [12]

Att tillgängliggöra matematikundervisningen för elever med blindhet: en studie av resurspedagogers arbete av anpassningar i matematik, Ulrika Vanhoenacker. Examensarbete Stockholms universitet [3]

Kommunikationens roll i det matematiska klassrummet för elever med blindhet utifrån ett lärarperspektiv, Carina Bigelius. Självständigt arbete i specialpedagogik – speciallärare Mälardalens Högskola Eskilstuna Västerås [2]

Inte bara två ögon! Resurspersoners reflektioner kring sin roll i matematikundervisning för elever med blindhet på gymnasiet, Ann-Charlotte Larsson. Självständigt arbete Stockholms universitet [4]

Är kunskapen att räkna med? En studie av hur punktskriftsläsande elever uppnår målen i matematik i skolår nio, Anders Sennerö. Självständigt arbete Stockholms universitet [6]

Research evidence for mathematics education for students with visual impairment: A systematic review, Oliv G. Klingenberg, Anne H. Holkesvik & Liv Berit Augestad. Artikel [9]

Improving reading and comprehending mathematical expressions in braille, Annemiek van Leendert. Utrecht University [5]

Matematikk og elever som bruker punktskrift i opplæringen, Oliv G. Klingenberg. Avhandling NTNU [10]

Läromedel för matematik med inslag av programmering

Efter rådfrågning från flera olika förlag drogs slutsatsen att följande läromedelsserier för matematik är de marknadsledande inom de olika årskurserna och att metoderna som dessa böcker tar upp är de metoder som i störst utsträckning lärs ut i skolorna. Läromedlen har alla även inslag av programmering i sig.

Åk 1–3

Serien Favorit matematik från förlaget Studentlitteratur.

Favorit matematik 1A

Favorit matematik 1B

Favorit matematik 2A

Favorit matematik 2B

Favorit matematik 3A

Favorit matematik 3B

Åk 4–6

Serien Matematik Alfa, Beta, Gamma från förlaget Liber.

Matematik Alfa

Matematik Beta

Matematik Gamma

Åk 7–9

Serien Matematik X, Y, Z från förlaget Liber.

Matematik X

Matematik Y

Matematik Z

Gymnasiet

Serien Matematik 5000+ från förlaget Natur och Kultur.

Matematik 5000+ 1c

Matematik 5000+ 2c

Matematik 5000+ 3c

Artiklar om programmering

En bit in i studien var det tydligt att den största utmaningen inom programmering var övergången från analog programmering (till exempel att elever programmerar varandra) till textprogrammering, det vill säga den delen som kallas blockprogrammering. Därför valdes det att fokusera på blockprogrammering i sökningarna. Sökningar gjordes framför allt på Google och följande artiklar är de som hittades och ansågs mest relevanta för studien:

Designing educational programming tools for the blind: mitigating the inequality of coding in schools, Clarissa Correa de Oliveira. Avhandling Malmö universitet [14]

Position: Accessible Block-Based Programming: Why and How, Lauren R. Milne & Richard E. Ladner. Macalester College & University of Washington [13]

Blocks4All: Overcoming Accessibility Barriers to Blocks Programming for Children with Visual Impairments, Lauren R. Milne, Richard E. Ladner. Paul G. Allen School of Computer Science and Engineering, University of Washington [15]

Multisensory Physical Computing for the Blind and Visually Impaired, Venkatesh Potluri & Jennifer Mankoff and James Devine & Steve Hodges. University of Washington and Microsoft Research, UK [16]

Accessible Coding – Information on Quorum, an accessible programming language, as well as other resources & information related to blind programmers & coders, Snowflake_tvi. Artikel Perkins School for the blind [17]

Foss för Funkisar – möjligheter, utmaningar och ett praktiskt förslag, Ester Ytterbrink. Examensarbete Certec, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet [21]

Programmeringsverktyg

Utöver det som uppdagades i artiklarna gav sökningen efter tillgängliga programmeringsverktyg även nedanstående listade träffar som sedan beskrivs i resultatet. Fler verktyg som kan anses tillgängliga upptäcktes sedan via samtal med bland annat utbildningskoordinatören på Vattenhallen i Lund och även de tas upp i resultatet. Tillverkarna av Scratch

kontaktades för att höra hur de jobbar med tillgänglighet, då Scratch verkar vara det mest populära språket för blockprogrammering.

Code Jumper

Quorum

Scratch

Visual Studio Code

Frågeformulär

Lärare

Frågeformuläret för lärarna tog bland annat upp vad för läromedel och hjälpmedel som de använder, vilka områden inom ämnet som är mer och mindre svåra att anpassa, vilka moment i undervisningen som är mer och mindre svåra att anpassa, vad de använder för metoder för att underlätta dessa områden och moment samt ifall de upplever att de har fått det stöd som de behöver för att kunna göra undervisningen så bra som möjligt för eleven som är punktskriftsanvändare.

Alla frågor går att hitta i bilaga I.

Elever

Frågeformuläret för eleverna tog bland annat upp ifall de själva upplever att undervisningen ger dem samma förutsättningar som övriga elever, vad de har för läromedel, om matte och/eller programmering är ett ämne som de gillar, hur ämnet skulle kunna göras roligare, vilka områden och moment som de upplever är mer eller mindre utmanande, hur deras lärare hjälper dem att underlätta dessa områden och moment och vad som skulle kunna göras bättre.

Alla frågor går att hitta i bilaga II.

Intervjuer

Fackmän

Samtal fördes med fackmän som var från flera olika företag och organisationer och som hade olika kunskaper och synvinklar.

På SPSM har samtal förts med både dem som arbetar med läromedelsutveckling samt personer som jobbar på Resurscenter syn och har kontakt med lärare för att stödja dem i anpassningen av utbildningen för elever som är punktskriftsanvändare.

På LTH har samtal förts med utbildningskoordinatören på Vattenhallen, Vattenhallen har både kurser för hur man jobbar med programmering

för lärare och har programmeringsworkshops med elever. Samtal fördes även med personer som jobbar på Certec och har erfarenhet av att forska kring just hjälpmedel med mera för personer med synnedsättningar.

De första samtalen med SPSM gällde framför allt att förstå sig på de hjälpmedel som används så som skärmläsare, punktskriftsskärm, svällpappersbilder med mera, för att förstå sig på hur lärmiljön ser ut och ha tillräcklig förståelse för att kunna få ut mer av de senare samtalen och intervjuerna med studiedeltagarna.

Senare gällde frågorna som ställdes till personalen på Vattenhallen hur de jobbar med programmering, olika frågor kring materialet och verktygen som de demonstrerade, diskussioner kring hur dessa skulle kunna anpassas och vad de vet om hur man brukar undervisa i programmering på skolorna.

Mötet med Certec fokuserade framför allt på den forskning som de har utfört och stött på och deras tankar kring undervisning för elever som är punktskriftsanvändare.

Samtal med NCM visade att de tyvärr inte har någon erfarenhet eller input gällande just undervisning för punktskriftsanvändare och därför handlade samtalet om hur vi ska komma fram till vilka metoder som i allmänhet används och lärs ut i skolorna och blev då tipsade om att det kan vara en bra idé att titta på bl.a. lärarhandledningar.

Läromedelsförlag kontaktades både för att få deras åsikter kring vilka läromedel som var mest relevanta att titta på i denna studie, men även för att diskutera hur de jobbar med tillgänglighet och vad de har för framtidsvisioner gällande tillgänglighet, inte minst med tanke på tillgänglighetsdirektivet som blev svensk lag 2022 och börjar tillämpas 2025. Detta medföljer att nya digitala produkter och tjänster till konsumentmarknaden bör uppfylla kraven enligt standarden EN 301 549 tillsammans med WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) 2.1 [1].

De senare samtalen med anställda på SPSM handlade framför allt om deras tankar och erfarenheter kring de observationer som gjorts under granskningen av läromedel samt granskningen av svaren från frågeformulär och intervjuer.

Lärare

Det har under studien samlats in 13 svar på frågeformuläret för lärare. I frågeformuläret fanns en fråga angående om de även kunde ställa upp på en intervju. Detta ledde sammanlagt till sju intervjuer: tre med lärare för matematik på gymnasiet, en för matematik på lågstadiet, två för matematik på mellanstadiet samt en lärare för programmering på

gymnasiet. På några av intervjuerna deltog även specialpedagog eller resurs som arbetar med eleven som är punktskriftsanvändare.

Intervjufrågorna anpassades något beroende på svaren som lärarna gett i frågeformuläret och anpassades även utifrån svaren under intervjun med följdfrågor. Generellt så ställdes följande typ av frågor:

Matematik

- Hur är elevens datorkunskaper?
- Hur jobbar ni för att elevens uträkningar ska gå bra att följa?
- Var eleven på den nivå i ämnet som du förväntade dig när hen började hos dig?
- Hur fungerar ditt samarbete med resursen?
- Vad brukar du lära ut i stället för uppställningar?
- Hur brukar ni jobba med grafer?
- Har du några tankar kring vad som kan ligga bakom att en del punktskriftsanvändare inte når upp till sin fulla potential inom ämnet?
- Fördjupande frågor kring de områden och moment som läraren uttryckt varit utmanande.
- Går det bra att vi behåller din mailadress för eventuellt deltagande i en framtida fortsättningsstudie och för att ställa kompletterande frågor i denna studien om behovet skulle uppstå?

Programmering

- På vilken nivå låg elevens förkunskaper inom ämnet och IT-miljön när hen började hos dig?
- Hur har ditt samarbete med resursen/ assistenten fungerat?
- Hur har du valt programmeringsspråk att lära ut?
- Hur har du valt IDE?
- Fungerar felsökning av kod bra?
- Får eleven output på koden som hen enkelt kan tolka och som hjälper hen att hitta till rätt ställe för att redigera eventuella fel?
- Använder ni några speciella plugins?
- Kunde du få bra tips från SPSM angående utvecklingsmiljöer som fungerar bra med skärmläsaren?
- Fördjupande frågor kring de områden och moment som läraren uttryckt varit utmanande.
- Har du några tankar kring vad som kan ligga bakom att en del punktskriftsanvändare inte når upp till sin fulla potential inom ämnet?
- Går det bra att vi behåller din mailadress för eventuellt deltagande i en framtida fortsättningsstudie och för att ställa kompletterande frågor i denna studien om behovet skulle uppstå?

Elever

Det visade sig vara svårare att få deltagande från lika många elever som lärare. Fyra svar på frågeformuläret har samlats in från elever och intervjuer med fem elever har utförts. Samtliga elever läste matematik på gymnasienivå.

Intervjufrågorna anpassades något beroende på svaren som den specifika eleven gett i frågeformuläret och anpassades även utifrån svaren under intervjun med följdfrågor. Generellt så ställdes följande typ av frågor:

Matematik

- Hur upplever du svällpappersbilderna och går det bra att läsa av dem?
- Hur brukar du gå tillväga för att skapa egna grafer?
- Upplever du att det är problematiskt att uttrycka din matematik på ett sätt så att lärare och andra elever förstår och kan följa ditt tankesätt?
- Vad föredrar du att använda för metod för avancerad huvudräkning?
- Fördjupande frågor kring de områden och moment som eleven uttryckt varit mer utmanande.
- Hur har läraren och/eller resursen underlättat för dig?
- Har ni haft inslag av programmering i matematiken och har det fungerat bra?
- Går det bra att vi behåller din mailadress för eventuellt deltagande i en framtida fortsättningsstudie och för att ställa kompletterande frågor i denna studien om behovet skulle uppstå?

Programmering

- Hur uppkom ditt intresse för programmering?
- Har du jobbat något med robotar som programmeras?
- Vad har du jobbat i för olika språk och programmeringsmiljöer?
- Hur jobbar du med felsökning av koden?
- Fördjupande frågor kring det som eleven svarat varit utmanande i undervisningen.
- Har du nu eller tidigare jobbat med blockprogrammering och har du i så fall hittat ett program som fungerar bra med skärmläsaren?
- Hur har läraren och/eller resursen underlättat för dig?
- Går det bra att vi behåller din mailadress för eventuellt deltagande i en framtida fortsättningsstudie och för att ställa kompletterande frågor i denna studien om behovet skulle uppstå?

Resultat

Litteraturundersökning

Matematik

Något som alla studier och artiklar är överens om är att tidsbrist på flera sätt är ett centralt problem i matematikundervisningen för elever som är punktskriftsanvändare. Lärarna hinner inte lägga den tid på eleven som de önskat [2], pedagogerna hinner inte planera sitt samarbete i förväg [2], det tar längre tid för punktskriftsanvändare att läsa, tolka taktila bilder, bekanta sig med laborativt material och hjälpmedel, att skapa egna grafer, mäta med linjal med mera [3],[4],[5]. Lärare hinner inte heller avsätta tid till specifik träning i de områden som behövs, såsom träning för att använda sina hjälpmedel, då det tar tid från ämnet [2],[4] och lärare får inte nedsatt undervisningstid för att hinna med att sätta sig in i hur man optimalt undervisar punktskriftsanvändare [6].

Metoder som tas upp i artiklarna för att underlätta eller för att spara tid är då bland annat att eleven kan tränas i att läsa matematik på ett mer effektivt sätt [5], att jobba mycket med att tolka taktila bilder redan från tidig ålder [4], att läraren väljer ut ett färre antal uppgifter som punktskriftsanvändaren ska räkna jämfört med seende elever [4] och att punktskriftsanvändaren inte behöver redovisa alla delsteg i sina uträkningar [4].

Konsekvenser av tidsbristen som tas upp är bland annat att framför allt läraren ibland inte har kunnat få tillräcklig kunskap kring undervisning av punktskriftsanvändare och hur man jobbar med deras hjälpmedel [4],[6] och att en stor del av undervisningen av eleven hamnar på resursen, som inte alltid har någon pedagogisk utbildning för matematik [6]. En annan konsekvens är att eleven som är punktskriftsanvändare, i helklassituationer, inte alltid får chans att svara på frågor eller att vara delaktig på samma sätt eftersom det tar längre tid för eleven att få tag på och avläsa informationen som de seende eleverna får på tavlan. Svaret kan då redan ha getts av en annan elev och bekräftats av läraren innan punktskriftsanvändaren har hunnit läsa och reflektera själv [3].

I studien *Att tillgängliggöra matematikundervisningen för elever med blindhet* så konstateras sju punkter som skolor med en punktskriftsanvändande elev bör ha i åtanke och de är att:

- all berörd personal besitter kunskap kring funktionsnedsättningen och dess pedagogiska konsekvenser
- resurspedagogen är en utbildad lärare
- att klassläraren och resurspedagogen planerar matematikundervisningen tillsammans
- klassläraren verbaliserar matematikundervisningen
- resurspedagogen inte ska arbeta med taktilt material under gemensamma genomgångar
- resurspedagogen eller klassläraren prioriterar i förväg vilka uppgifter eleven ska göra
- det taktila materialet är strukturerat och tydligt.

[3].

Utöver denna lista så nämner andra studier bland annat att:

- eleven gärna ska få ha bekantat sig med laborativt material eller hjälpmedel i förväg [6]
- det ska ha förberetts så att eleven har taktill tillgång till text och bilder som läraren visuellt förtydligar med, genom att skriva och rita på tavlan under en genomgång [4]
- resursen inte ska syntolka samtidigt som läraren pratar under genomgångar [3]
- eleven, om hen arbetar på egen hand, inte ska sitta i klassrummet ifall läraren samtidigt ska hålla genomgång för resterande elever [3]
- eleven är med i matematiska diskussioner med sina klasskamrater [2],[7].

Sista punkten handlar om ett "kommunikativt arbetssätt" där eleverna får ytterligare förståelse genom att prata om matematik i klassen och höra sina klasskamrater beskriva sina tankar. Ett sådant arbetssätt ger djupförståelse i stället för passiv utantillinlärning och några metoder som beskrivs i *Kommunikationens roll i det matematiska klassrummet för elever med blindhet utifrån ett lärarperspektiv* är samtal utifrån elevernas idéer om matematiska problem och att eleverna får förklara för varandra [2].

Det var en bit in på 2000-talet som det började uttryckas att elever behöver utveckla förmågan att föra matematiska resonemang och kunna argumentera och redogöra för sina beräkningar och slutsatser. Med den teknik som vi har idag så är att räkna rätt inte det enda målet med matematikundervisningen eftersom vi har tekniska lösningar som kan utföra de flesta beräkningar. Det är därför av större vikt att bli bra på att utveckla beräkningsmetoder och lösningsstrategier och att kunna bedöma rimligheten i svaren, liksom att kunna argumentera logiskt för att övertyga varandra om metodens relevans och resultatets trovärdighet. Kommunikation i matematik har därmed fått ett större utrymme i undervisningen [8].

Situationen på många skolor är dock pressad och då är det inte säkert att personalen har möjlighet att reflektera tillsammans över den punktskriftsläsande elevens behov av stöd för att kunna delta i den kommunikativa matematikundervisningen. Lärarna kanske inte heller uppfattar behovet av träning då man inte har undervisat punktskriftsläsande elever tidigare [2].

Just det kommunikativa arbetssättet är en metod som lärarhandledningarna till flera av de marknadsledande läromedlen för matematik föreslår, med många övningar där eleverna samarbetar och där man pratar om problemlösning och matematik i klassen.

I studien *Är kunskapen att räkna med? – en studie av hur punktskriftsläsande elever uppnår målen i matematik i skolår nio* från 2008 visar det sig att elever som är punktskriftsanvändare presterade sämre än de seende i just den muntliga delen av de nationella proven och det förs ett resonemang kring ifall det kan bero på att en god verbal förmåga inte automatiskt betyder att eleven har förståelsen. De punktskriftsanvändande eleverna kan ofta återberätta eller översätta ett begrepp ordagrant men har svårare för att förklara det med egna ord [6].

Skribenten i samma studie uttrycker misstankar om att undervisningen för punktskriftsanvändare ofta innebär bokräkning och att alldeles för få lärare arbetar med ett kommunikativt arbetssätt där eleven får vara med och kommunicera med sina klasskamrater och höra deras argument och förklaringar [6].

En annan studie hänvisar till en artikel från 2013 som säger följande om elever som är punktskriftsanvändare: "otillräckliga "hands-on science" erfarenheter kan hämma utvecklingen av självförtroende när det gäller ens förmåga att självständigt fungera i vetenskapliga strävanden, och att lågt självförtroende inom vetenskapen kan vara förknippat med övervägande av icke-vetenskapliga studier på högskola snarare än studier inom naturvetenskap" (Supalo et al., "Making hands-on science learning accessible for students who are blind or have low vision," 2013, s. 196, översättning från engelska). Begreppet "hands-on science" syftar till att arbeta mer fysiskt, till skillnad från teoretiskt, inom de vetenskapliga ämnena. Studien säger även att en annan faktor är inkludering i elevgruppen och att kunna lära tillsammans med kamrater, vilket kan öka elevens känsla av välbefinnande och främja elevens lärandeprocess [9].

En norsk studie har visat att av 92 elever som är punktskriftsanvändare och inte använder sin syn i matematiken så var 55 % av dem i fas med åldersgruppen inom ämnet matematik. Procentsatsen var något högre om man tittade på elever som använder sin syn till viss del och ifall eleverna förlorat sin syn senare i livet [10].

Man kom även fram till att syn, eller att ha haft syn, inte är ett krav för att kunna följa sin åldersgrupps nivå och progression inom matematik.

Detta fynd menar skribenten skärper det ansvar som ligger på att eleven får en väl anpassa lärmiljö i såväl förskola som skola och som ger eleven förutsättningarna för att lära sig att tänka matematiskt [10].

När det gäller erfarenhet av "hands-on science" så tar flera av studierna upp att elever framför allt i tonåren motsätter sig förändringar, anpassningar och/eller hjälpmedel som de får, då de upplever sig bli utpekade och vill inte behöva känna sig annorlunda eller att något förändras på grund av dem [2],[4],[11].

I *Attityder och hjälpmedel viktiga i undervisning av synnedsetta* beskrivs de sätt som lärarna har använt för att försöka få eleverna att bli mer positiva till anpassningarna och hjälpmedlen och de har då använt tre metoder som är att

- låta alla elever omfattas av den förändrade pedagogiken
- övertyga eleven om nödvändigheten av anpassningen
- för övriga klassen skapa förståelse för elevens funktionsnedsättning och också klargöra vikten av att göra anpassningen.

Ett exempel på ett hjälpmedel som används för beräkningar med addition, subtraktion, multiplikation och division är abakus och det har visat sig att om man introducerar abakusen sent så är det ofta svårare att få eleven motiverad till att lära sig att använda den. Det är även så att det, efter att man har introducerat miniräknare, blir svårare att motivera eleven till att använda abakus.

Abakusen är ett verktyg som hela klassen skulle kunna ha nytta av men det är ändå sällan som lärare väljer att lära ut användandet av abakus till fler än den elev som är punktskriftsanvändare, vilket leder till att eleven ibland kan uppfatta det som ett fusk då ingen annan använder en sådan [12].

Programmering

Blockprogrammering är oftast baserad på en teknik som kallas "drag n' drop", där olika block med kommandon sätts ihop för att skapa ett program, i stället för skriven kod. Gemensamt för de artiklar som har gått igenom är att de konstaterar att det i dagsläget inte finns något bra färdigutvecklat alternativ som tillgängliggör blockprogrammering för personer med bland annat grav synnedsättning.

Elever med begränsad syn har, utan synguidning, svårt att skapa och redigera program med blockprogrammering eftersom standardinteraktioner som "drag n' drop" inte är tillgängliga för dem. Generellt är inte heller blockprogrammeringsmiljöer skärmläsarvänliga när det gäller att skapa program och få uppfattning om dess output. Den output som är vanligast att få från blockprogrammeringsmiljöer är nämligen

audiovisuella animationer, vilket inte fungerar bra för personer med blindhet [13].

I en studie från Malmö högskola beskrivs Scratch som det vanligaste programmeringsverktyget för att lära ut programmering i grundskolan [14] och i en annan studie som en av de mest populära blockprogrammeringsmiljöerna [15]. I den amerikanska studien *Blocks4all* utvärderades flera miljöer efter sin tillgänglighet. Dessa miljöer var Scratch, Blockly, Accessible Blockly, Tynker, and Snap! samt mobilbaserade miljöer som Blockly (Android), Scratch Jr (iOS), Hopscotch (iOS), and Tickle (iOS). De kom fram till att majoriteten av miljöerna inte gav tillgång till blocken via skärmläsaren samt använde sig av otillgängliga gester. Totalt kom de fram till fem tillgänglighetsproblem:

- Åtkomst till output: Majoriteten av miljöerna fokuserade på visuell output, till exempel animering av avatarer, däremot hade Scratch, ScratchJr, Hopscotch, Tynker och båda versionerna av Blockly även några auditiva alternativ för output.
- Åtkomst till element: Förutom Accessible Blockly och Tickle kunde man inte i någon av de andra miljöerna komma åt element i vare sig verktygs- eller arbetsfältet med hjälp av skärmläsaren. Dock ansågs detta inte vara så svårt att fixa.
- Rörliga block: Det är möjligt att med skärmläsare hantera funktionen “drag n’ drop” men det krävs extra information för att blocken ska kunna placeras, annars vet inte användaren var blocket befinner sig eller var övriga block det ska kopplas ihop med befinner sig i förhållande till blocket. Tickle tillhandahåller även ljudbeskrivning av blockets aktuella plats när det dras över skärmen. I Accessible Blockly placeras block på arbetsytan genom att välja den plats i arbetsytan dit man vill att blocket ska hamna och sedan väljer man det block som man vill ska placera där från en meny som dyker upp (en metod som kan kallas för “välj, välj, släpp”).
- Förmedla programstruktur: Förutom att de kom fram till att det var svårt att lokalisera block på skärmen och navigera i raka linjer fann de även att det i applikationerna Tickle och Android Blockly var omöjlig att förstå när till exempel “for”-loopar och “if”-satser tog slut och vilka block som låg utanför dessa.
- Förmedla typ av block: Förutom i Accessible Blockly förmedlades typen av block alltid visuellt med färg och form. Detta är inte tillgängligt via skärmläsare och inte heller särskilt tillgängligt för person med nedsatt syn då blocken är förhållandevis små. I Accessible Blockly får man uttryckligen veta vilken typ av block som behövs på varje plats och i verktygsfältet listas de olika typerna som finns.

[15].

Vidare i *Blocks4All* kommer man i sin formativa studie fram till fyra riktlinjer för att skapa både blockbaserade miljöer och pekskärms-applikationer, med fokus på tillgänglighet för barn med synnedsättning eller blindhet:

- Gör objekt lätta att hitta och synliga på skärm: De rekommenderar att man gör elementens storlek justerbar och att de har höga kontraster och placerar ut element nära skärmens kant för att göra dem lätta att hitta.
- Minska antalet föremål på skärmen: Färre antal föremål på skärmen gjorde det lättare för barn med nedsatt syn att identifiera och komma ihåg var de olika föremålen befann sig. För barn med blindhet gjorde färre antal föremål på skärmen att de var svårare att “gå vilse” medan de navigerade med VoiceOver. De fann även att det var viktigt att inte behöva flera fönster för att utföra en interaktion, då de i studien bland annat noterade att vissa barn tyckte att det var svårt att byta mellan fönster för att välja block samt att det blir svårare för VoiceOver-användare att använda sökfunktionen.
- Ge alternativ till “drag n’ drop”: I studien fann man att “välj, välj, släpp” fungerade som ett bra alternativ till “drag n’ drop”. Det var dock viktigt att icke-visuellt tydliggöra att applikationen hade bytt till ett “välj”-läge och göra det tydligt vilket block som för närvarande är valt.
- Förmedla information på flera sätt: De kommer fram till i studien att när man designar för barn med bred variation av synnedsättningar är det viktigt att tänka på att förmedla information på flera sätt. Till exempel visade det sig att användandet av rumsliga layouter med både ljud och visuella signaler hjälpte alla barn att förstå programstrukturen. Deras slutsats blev att utvecklare i framtiden bör överväga hur man kan införliva mer fysisk och auditiv output för programmeringsuppgifter.

Som en del av projektet *Blocks4All* skapades slutligen en prototyp av en blockprogrammeringsmiljö, i form av en app för Apples Ipads med samma namn som projektet [15].

I artikeln *Multisensory Physical Computing for the Blind and Visually Impaired* diskuterar de utmaningen med att förbättra tillgängligheten av fysisk datoranvändning för personer med blindhet eller synnedsättning. De ger förslag på en konceptuell vision av en tillgänglig fysisk datormiljö för personer som är blinda eller har en synnedsättning. Visionen är en webbaserad tillgänglig programmeringsredigerare och hårdvarumoduler sammankopplade med en reversibel flertrådkabel. Modulerna inkluderar: en punktskriftsskärm, en ekolodsmodul för ljudutgång, en haptisk modul för vibrationsåterkoppling, en accelerometer för att uppfatta

orientering och en omprogrammerbar mikrokontroller som styr driften av alla andra moduler [16].

Det är tydligt att flera aktörer har tillgänglighet i tankarna när de utvecklar och förbättrar bland annat programmeringsverktyg. En av artiklarna skiljer mellan två sätt att nå tillgänglighet inom programmeringsmiljöer, "född tillgänglig" och "gjorts om för att bli tillgänglig". Exempel på programmeringsmiljöer som är födda tillgängliga är Apples Swift Playgrounds, Code Jumper (tidigare Microsoft Research's Torino) och StoryBlocks. Swift Playgrounds har en hybrid programmeringsmiljö som inkluderar "drag n' drop" och en textinmatningsmetod för att skapa och redigera program. Outputen är en animation, men kan beskrivas med ljud för en användare med blindhet. Code Jumper är en fysisk miljö som är till för att skapa program med hjälp av fysiska moduler som man kopplar ihop. Outputen för Code Jumper är helt auditiv: musik, berättelser och skämt. I avhandlingen *Designing educational programming tools for the blind: mitigating the inequality of coding in schools* jämför man olika verktyg för programmering på olika nivåer för barn med synskador, där Code Jumper (i avhandlingen kallad Torino) ansågs vara det mest lovande exemplet när det gäller att designa pedagogiska programmeringsverktyg för personer med blindhet [14]. StoryBlocks är en blockbaserad programmeringsmiljö som använder fysiska block för att skapa och redigera program. Programmet som skapas med block fångas på en kamera och tolkas för att ge ett fungerande program på en separat dator. Blocks4All är ett annat exempel på en miljö som är född tillgänglig där outputen är kommandon till en Dash robot [13].

Utöver programmeringsmiljöer som är födda tillgängliga så finns det även sådana programmeringsspråk, såsom Quorum. Quorum är ett textbaserat språk vars syntax och semantik har testats för lärbarhet med hjälp av randomiserade kontrollerade experiment. Resultatet var att syntaxen är mycket mindre svårbegriplig än de flesta programmeringsspråk, vilket gör den mindre skrämmande vid ett första möte [13]. Quorum har tagit fram en IDE, kallad Sodbeans som har, liksom Quorum, fri tillgänglighet och är tillgänglig med en skärmläsare [17].

Exempel på miljöer som inte fötts tillgängliga utan i efterhand har gjorts om för att bli tillgängliga är Accessible Blockly, Bootstrap and PHET. Blockly-teamet på Google arbetar för att införliva tangentbordsnavigering i nästa version och planerar också att lägga till skärmläsarkompatibilitet, vilket gör att alla blockprogrammeringsmiljöer som använder deras bibliotek kommer mycket närmare att vara tillgängliga [13]. Visual Studio Code av Microsoft är ett annat exempel på en aktör som inkorporerat tillgänglighet, bland annat för skärmläsare där redigeraren har blivit optimerad. De har i sin användarguide flera behjälpliga texter om hur man kan använda Visual Studio Code med skärmläsare på bästa sätt [18].

I *Accessible AST-Based Programming for Visually-Impaired Programmers* presenteras ett verktyg som de kallar CodeMirror-Blocks (CMB), som kan integreras i valfri programmeringsmiljö som är byggd på CodeMirror-biblioteket för att generera en navigerbar, tillgänglighetsaktiverad abstrakt syntaxträdsvy av kod. CMB genererar en blockredigerare, som är bekant för seende användare men som också kommunicerar strukturen för ett program med hjälp av talade beskrivningar och möjliggör navigering med vanliga tillgängliga kortkommandon. Verktyget är utformat för att kunna utökas till andra språk och är designat för att fungera i en webbläsare [19].

CodeMirror är en öppen källkod under en tillåtande licens [20] vilket leder in på ett examensarbete som handlar om datorbaserade hjälpmedel som är licensierad med en FOSS-licens (Free and Open Source Software). Arbetet i sig är inte särskilt relevant för denna studie men frågeställningen ”Hur kan utbudet av datorhjälpmedel för personer med synnedsättning och/eller läs- och skrivsvårigheter berikas genom spridandet av program som baseras på fri programvara och öppen källkod?” ansågs vara relevant. I examensarbetet kom man fram till bland annat följande fördelar med FOSS:

- Programmen får vidareutvecklas av vem som helst, vilket gör att det inte slutar uppdateras för att ett företag inte längre vill satsa på det. Det i sin tur skapar kontinuitet.
- Individanpassning blir lättare. Eftersom koden finns tillgänglig så kan alla som har kunskaperna om programmering ändra i det så att det passar. Det gäller både användare, konsulter och hjälpmedelstekniker.

Med FOSS följer ett antal utmaningar, de som identifierades i examensarbetet var: kunskap, garanti, support och tillgänglighet [21].

Läromedel och metoder

Läromedel

Lärohandledningarna för de läromedel som förlagen har ansetts vara mest populära för respektive årskurs har gått igenom och sammanställts nedan, där egna funderingar och reflektioner tas upp i slutet efter varje läromedel. Då vissa funderingar och reflektioner återkommer i flera läromedel har det valts att bara ta upp dessa en gång, i stället för att de upprepas. Där funderingar och reflektioner har visat sig redan ha en adekvat lösning i SPSM:s *Räkna med mig*, har dessa inte tagits upp nedan. *Räkna med mig* är en handledning som handlar om matematikundervisning för grundskoleelever och som ger praktiska tips i undervisningen och beskriver hur man som lärare kan skapa en tillgänglig lärmiljö, arbeta med anpassade läromedel och vägleda elever till abstrakt

matematiskt tänkande från konkreta upplevelser [22]. Vissa av reflektionerna och funderingarna har kunnat besvaras och kommenteras i rapporten medan andra förblir obesvarade i denna studie.

Åk 1–3 Favorit matematik

Det är tydligt att lärarhandledningarna för denna läromedelsserie vill främja ett kommunikativt lärande där varje delkapitel inleds med en samtalsbild och frågor kring bilden att diskutera i klassen. Det finns dessutom en ramberättelse att lyssna på som även den anknyter till samtalsbilden och kopplar ihop det matematiska området med vardagen. Lärarhandledningen föreslår att man jobbar med problemlösning gemensamt i klassen en gång i veckan och i lärarhandledningen så finns det många exempel på kommunikativa övningar. I varje kapitel så finns det även Favoritsidor som är tänkta att vara till en lektion med laborativa övningar som utförs tillsammans med klasskamraterna.

Tillsammans med läromedlet kommer också laborativt material till alla elever i klassen som används i flera av de olika övningarna och till det anpassade läromedlet så medföljer det någon form av anpassad motsvarighet till det laborativa materialet.

I SPSM:s anpassningar av läromedel så finns det tre alternativ för vad som händer med de bilder som finns i det ursprungliga läromedlet: bilden ersätts med en bildbeskrivning, det tas fram en svällpappersbild som ska motsvara bilden eller så tas bilden bort om den anses överflödig, till exempel om den bara är dekorativ eller om uppgiften har anpassats på ett sätt så att bilden inte längre behövs. Samtalsbilderna i läromedlet kan alltså framföras till eleven på olika sätt och det är upp till läraren, med hjälp av resurs, att se till att eleven kan delta i diskussionerna i helklass genom till exempel syntolkning ifall bilden inte finns med i elevens bok. Anledningen till att inte ha med alla bilder är att alla bilder inte gör sig bra på svällpapper, att bildbeskrivningarna kan behöva bli så långa att det blir för mycket för en ung elev att läsa och att det tar tid och energi från eleven att utforska för många bilder.

Många av övningarna i helklass går ut på att olika antal elever går fram till tavlan och med ledning av läraren så illustreras till exempel hur ett tal kan delas upp genom att eleverna ställer sig i olika grupperingar. Här misstänks det att det krävs en del planering och tanke i förväg för att anpassa övningar eller byta ut övningar för att det inte bara ska bli att övningen syntolkas då övningen då troligen inte ger samma effekt för elever som är punktskriftsanvändare som för övriga elever.

Det finns också många övningar där eleverna till exempel klappar eller håller upp sina talkort från det laborativa materialet och här misstänks det att det är enklare att inkludera elever som är punktskriftsanvändare. Det kräver dock att det laborativa materialet som man har fått tillsammans med boken har anpassats så att till exempel talkorten har

punktskrift på sig och att läraren beskriver vad resterande elever har visat på sina kort.

Många av de metoder som tas upp i läromedlen och som används för att lära ut de olika områdena anses kunna fungera bra med mindre anpassningar eller så har SPSM:s "Räkna med mig" en bra metod att gå efter i stället. De funderingar som har väckts kring det som känns mer utmanande att anpassa för en punktskriftsanvändare är följande:

- Finns det en annan minnesregel för större och mindre än tecknen som är mer inkluderande än att det ser ut som en mun som gapar mot det större talet?
- Vad bör man lära ut för metod som motsvarar att rita upp en bild av det man ska räkna ut i problemlösningar?
- När bör man introducera abakusen och i vilka moment ska man uppmuntra eleven att använda den?
- Uppfattningen är att det är svårt att göra en anpassning som illustrerar bråk och deras relation till varandra så som olika starkt markerade rutnät kan göra på en bild för seende elever (på en bild som ska visa att en fjärdedel är lika mycket som fyra sextondelar så illustreras detta för seende med en kvadrat med både ett rutnät som delar upp kvadraten i fjärdedelar och ett rutnät som delar upp i sextondelar. Det blir då enkelt för eleverna att se att de markerade området både kan beskrivas som en fjärdedel och fyra sextondelar). Kanske kan man illustrera något liknande med SPSM:s bråktavla, olika rutnät på svällpapper eller med en annan form av svällpappersbild.
- Eleverna jobbar med att göra olika diagram med hjälp av digitala verktyg och här är det säkert stor risk att verktygen inte är tillgängliga för elever med blindhet. Det blir svårare för eleven som är punktskriftsanvändare att kunna testa sig fram och se hur ändringar i datan påverkar diagrammen.
- Det hittas inte att det finns en motsvarande metod för att räkna nians tabell på fingrarna som fungerar bra för elever som är punktskriftsanvändare i Räkna med mig.
- Eleverna lär sig en femstegsmetod för att lösa textuppgifter där steg två är att rita upp en bild av uppgiften. Frågan är om det stegen ska hoppas över eller vad det skulle ersättas med.
- Metoderna för att förstå sig på skala som ofta handlar om att se bilder på saker i naturlig och sedan förminskad eller förstörd skala misstänks vara svårt för elever med blindhet då det kan vara svårt att känna igen föremålet när det är ritat i 2D.
- Det saknas minnesregel för täljare och nämnare som inte anspelar på att divisioner och bråk skrivs i en ickelinjär form.

- Det misstänks att det på en linjal kan vara svårt att mäta med millimeterprecision och att känna hur en centimeter är uppdelad i mm. Läromedlet börjar med att jobba med att centimeter kan delas upp i 10 mm för att sedan gå vidare med att en decimeter är 10 cm och sedan att en meter är 10 dm. Det skulle kunna påverka förståelsen att man börjar med en så liten del som är svårt att känna på.

Åk 4–6 Matematik Alfa, Beta, Gamma

I dessa läromedel föreslås en arbetsgång där man i varje kapitel startar med “Kan du det här?” och en sammanställning av begrepp som eleven kommer att stöta på i kapitlet. Därefter går man vidare med en aktivitet som till exempel kan vara spel eller laboration och en genomgång för vilken det finns teori bakom och typexempel i boken. Det finns även filmer till varje avsnitt men dessa filmer anses behöva bättre syntolkning för att fungera bra för punktskriftsanvändare och vad gäller aktiviteterna så är vissa av dem svåradaptade.

När eleven ska gå vidare till att räkna på egen hand så finns det tre olika avsnitt med stigande svårighetsgrad och för de elever som behöver bli mer utmanade eller behöver ännu enklare uppgifter så finns det speciella böcker för dem. Det finns även så kallade “blandade uppgifter” som är uppgifter med blandat innehåll från alla bokens kapitel.

Det finns sedan “Diagnos och Test” för att testa elevernas kunskaper och eleven kan baserat på utfallet av testet få träna på det som har varit svårt eller lösa uppgifter som ska utveckla deras kunskaper ytterligare i det fall att de blir klara med träningen eller inte behöver träna.

I de tryckta läromedlen finns det även analoga programmeringsövningar för att öka elevernas förståelse för hur en dator fungerar medan det på läromedlets webbplats finns övningar där man använder digitala verktyg för uppdrag inom geometri, statistik och numerisk räkning eller övningar för blockprogrammering i Blockly [23].

Många av de metoder som tas upp i läromedlen och som används för att lära ut de olika områdena anses kunna fungera bra med mindre anpassningar eller så har SPSM:s “Räkna med mig” en bra metod att gå efter i stället. De nya funderingar som har väckts kring det som känns mer utmanande att anpassa för en punktskriftsanvändare är följande:

- Tabeller – läromedlet använder sig av busstidtabell som första exempel och låter eleverna bekanta sig med hur de ser ut och hur man läser av dem. Här är en tanke att det kan vara bra om läraren för eleven med punktskrift kan visa hur busstidtabeller i området de bor framförs för personer med blindhet.

- Det befaras att det är svårt och tidskrävande att skapa cirkeldiagram på egen hand och det hittas inte någon metod för detta i "Räkna med mig" heller.
- Det antas att det kan vara svårt att mäta höjden på en icke rätvinklig triangel för att räkna ut arean.
- När eleverna jobbar med binära tal så övar de genom att skriva siffrorna 1,2,4,8 och 16 på fingrarna på sin hand och kan då med en hand räkna upp till 31. Finns det någon liknande metod/övning som fungerar för elever som är punktskriftsanvändare?

Åk 7–9 Matematik X, Y, Z

I likhet med Matematik Alfa, Beta, Gamma innehåller Matematik X, Y, Z fem kapitel där det finns uppgifter i tre svårighetsnivåer. Om nivå 1, som är den lättaste, anses för svår finns även en nivå som kallas BAS. Bokens arbetsgång kan liknas vid det för Matematik Alfa, Beta, Gamma. Även här finns det filmer till varje avsnitt som anses behöva bättre syntolkning för att fungera bra för punktskriftsanvändare och vad gäller aktiviteterna så är vissa av dem även här svårangepassade.

Det är bara i Matematik X av X, Y och Z där det i slutet av tre kapitel finns enstaka övningar för programmering och digital kompetens. I algebran får eleven en första introduktion av programmering. Där används webbplatsen Code.org och språket Blockly för att genom blockprogrammering lära elever bland annat datalogiskt tänkande, if-satser och felsökning. På Code.org finns flera undervisningsfilmer som matematikboken hänvisar eleverna till att lyssna på. Därefter ska eleven i geometrin använda det digitala verktyget Geoboard för att bland annat skapa olika geometriska figurer och räkna ut area av dem samt att de får bekanta sig med begreppet längd- och areaenhet. I kapitlet om samband ska eleven använda Desmos för att öva på att skriva in koordinater, pricka in punkter i ett koordinatsystem utifrån värdetabell samt få förståelse för olika relaterade begrepp, till exempel proportionalitet.

Många av de metoder som tas upp i läromedlen och som används för att lära ut de olika områdena anses kunna fungera bra med mindre anpassningar eller så har SPSM:s "Räkna med mig" en bra metod att gå efter i stället, den nämner till exempel ett geobräde som är den fysiska versionen som Geoboard är baserad på. De nya funderingar som har väckts kring det som känns mer utmanande att anpassa för en punktskriftsanvändare är följande:

- För att lära sig prioriteringsreglerna illustreras en "mattedjävul" där det framgår vilken ordning räknesätten ska prioriteras i. Frågan är om punktskriftsanvändare är hjälpta av konceptet och kan rita upp en bild av en mattedjävul i huvudet.

- Vid addition och subtraktion av positiva och negativa heltal rekommenderar de eleven att visa beräkningen på en tallinje och rita med pil hur många steg man ska gå på tallinjen. Det är kanske mer passande för punktskriftsanvändare att stega med fingrarna än att rita pilar.
- För att läsa av tabeller och diagram rekommenderar de att eleven ska dra hjälplinjer för att lättare kunna läsa av, vilket borde vara svårt för punktskriftsanvändare.
- För att illustrera att en pyramid med samma basyta som en kub är $1/3$ av kubens volym, fyller man vatten i en ihålig pyramid och håller över i en ihålig kub tre gånger. Om inte punktskriftsanvändaren själv kan känna vattennivån för varje steg försvinner poängen med illustrationen. Samma sak med cylinder och klot.
- Långa ekvationer och uttryck där det krävs flera steg för att lösa uppgiften borde vara en utmaning för punktskriftsanvändaren, både att komma ihåg det som skrivits samt att skriva rätt.
- För att läsa av linjära grafer rekommenderar boken att man hittar ett ställe på grafen som är lätt att läsa av, vilket antagligen kan vara svårt att hitta för en punktskriftsanvändare.
- Spegling i koordinatsystem skulle kunna vara en utmaning för punktskriftsanvändare beroende på hur svårt det är att känna sig fram på svällpapper.
- Blockly är likt många andra blockprogrammeringsverktyg pedagogiskt uppbyggt, för seende. Som nämnt i litteraturstudien är tillgängligheten i blockprogrammeringsverktygen dålig och en av de större utmaningarna att anpassa.

Gymnasiekurserna Matematik 1c–3c Matematik 5000+ c

Varje kapitel börjar med att presentera de centrala delarna i kapitlet för att därefter övergå till en inledande aktivitet som ska vara en start på kapitlets första lektion. Sedan blir det teori för att upptäcka och förstå matematiken, där det viktigaste belyses med en eller flera lösningsexempel på uppgifter, oftast med en förklarande text.

Övningsuppgifterna är indelade i tre nivåer som visar svårighetsgraden, där nivå 1 är lättast. För att variera undervisningen finns också aktiviteter för att utveckla elevernas matematiska förmågor, där en aktivitet för varje kapitel handlar om programmering. I programmeringen används Python3 och varje uppgift följer samma problemlösningstrategi: förstå, planera, genomföra-koda samt testa och värdera.

I slutet av varje kapitel kommer sammanfattningar och tester som testar viktiga begrepp och procedurer i kapitlet samt blandade uppgifter som innehåller både uppgifter för aktuellt kapitel, men även från föregående kapitel. Allra sist i boken finns repetitionsuppgifter som är identiska med tidigare lösta uppgifter.

Det märks att man i tidigare årskurser ska ha lärt sig den grundläggande matematiken, då mycket i gymnasiet handlar om repetition och påbyggnad samt att lära sig formler, regler och lagar. Många av de metoder som tas upp i läromedlen och som används för att lära ut de olika områdena anses kunna fungera bra med mindre anpassningar eller så har SPSM:s "Räkna med mig" en bra metod att gå efter i stället. De nya funderingar som har väckts kring det som känns mer utmanande att anpassa för en punktskriftsanvändare är följande:

- Om man till exempel har två cirklar i olika storlekar i en större cirkel och ska räkna ut arean på ett färgat område, som då inte har en given geometrisk form, blir det nog en stor utmaning att komma fram till lösningen då det kan vara svårt att få en uppfattning av hur de olika formerna förhåller sig till varandra på en svällpappersbild.
- Ekvationer och olikheter kan lösas på olika sätt, bland annat grafiskt. Generellt borde det vara svårt att förstå och tolka olika grafers utseende. Även om man har en grafräknare som anger till exempel skärningspunkter borde det vara svårt att få överblick av grafen.
- När man läser av information i spridningsdiagram, speciellt där ingen korrelation finns mellan punkterna, kan det säkert vara ganska svårt att identifiera alla punkter.
- I geometrin förekommer det trianglar som delas av bisektriser så att små vinklar, men även nya trianglar, skapas i ursprungs-triangeln. Det blir nog väldigt svårt att uppfatta triangel i triangel (generellt geometriska former inuti andra former) och även att känna av vinklarna på svällpapper om inte figurerna förstoras.
- I trigonometrin rekommenderar de att man löser geometriska problem genom att rita en figur, för att på så sätt göra det lättare att visualisera problemet och avgöra om det till exempel finns en eller flera möjliga lösningar. Finns det en alternativ metod?
- I programmeringen ska de två sista stegen, genomföra-koda och testa och värdera, ske med hjälp av programmering i Python på datorn. Det svåra för en punktskriftsanvändare är kanske inte att förstå hur koden ska skrivas, utan att navigera och hitta eventuella fel i koden.
- Ju mer avancerad matematiken blir desto längre blir uträkningarna, vilket blir både mer tidskrävande och utmanande för minnet för en punktskriftsanvändare.

Frågeformulär

Här framförs en sammanfattning av svaren på frågeformulären. Svar som till exempel ”vet ej” eller ”ingen kommentar” har inte tagits med och frågor som inte har gett någon ytterligare information har inte redovisats.

Lärare

Sammanlagt samlades det in 13 svar på frågeformuläret för lärare där fyra av lärarna undervisar i åk 1–3, tre i åk 4–6, fem på gymnasiet och en undervisar i matematik från åk 4 i grundskolan och upp till gymnasienivå.

Av de 13 som svarade på formuläret så var det 12 som undervisade i matematik varav fyra hade inslag av programmering i matematikundervisningen och en som undervisade i programmering.

De läromedel som användes i matematiken av lärare för åk 1–3 var följande (siffran inom parentes står för antalet deltagare som angett svaret):

- Favorit matematik (3)
- Prima matematik (1).

De läromedel som användes i matematiken av lärare för åk 4–6 var följande (siffran inom parentes står för antalet deltagare som angett svaret):

- Koll på matematik (2)
- Favorit matematik (1).

De läromedel som användes i matematiken av lärare på gymnasiet var följande (siffran inom parentes står för antalet deltagare som angett svaret):

- Matematik 5000 eller 5000+ (3)
- Matematik direkt bryggan grundläggande matematik (1)
- VUX 1, M1a, M1b, M2b, M3b (1).

För programmeringen insamlades endast ett svar och det läromedel som användes i klassen var då *Intro to Python course on Microsoft Learn* medan eleven som är punktskriftsanvändare använder *Programmering 1 Python*, Jan Sundström Thelin Förlag.

I åtta av fallen så hade eleven som är punktskriftsanvändare samma läromedel som resterande i klassen. Bland de som inte hade samma läromedel så var anledningarna, att SPSM avrått från att använda det läromedel som användes i klassen, att boken inte fanns tillgänglig i

punktskrift eller att eleven var på lägre nivå och därför behövde ett annat läromedel.

Elva lärare svarade att de har tagit hjälp av SPSM för att anpassa undervisningen och hjälpen har då varit i form av kurser, besök, handledning, tips på läromedel, genomgång av hjälpmedel, introduktion till abakus, rådgivning kring vad det finns för hjälpmedel och hur man ska syntolka/verbalisera under undervisningen. Av de som tagit hjälp av SPSM undervisade tio av dem i matematik, där fyra av dem hade tagit inspiration och hjälp från "Räkna med mig" för att anpassa undervisningen.

Flera lärare saknade inget stöd från SPSM men det stöd som saknades av vissa av lärarna var en punktskriftsversion av just det läromedel de önskar att använda och en lärare påpekade att hen inte hade fått lärarhandledning för det läromedel hen använde och handledning kring hur boken skulle användas för att eleven ska kunna arbeta med samma saker som resten av klassen som har en annan bok. Annat stöd som saknades var programmeringsböcker med anpassat innehåll och information om vilka utvecklingsmiljöer som praktiskt fungera med en punktskrifts-användares hjälpmedel.

Det önskades även att SPSM skulle ha varit mer lyhörda kring valet av läromedel och inte ge råd om att välja ett annat läromedel än det som resterande i klassen använder.

Utöver stöd från SPSM så hade flera även fått hjälp av syncentraler, en av SPRIDA kommunikationscenter och en av regionens synpedagog.

De områden inom matematiken som ansågs vara svårast att anpassa var följande (siffran inom parentes står för antalet deltagare som angett svaret):

- koordinatsystem (3)
- funktioner (2)
- geometri (2)
- områden med mycket bilder (saknas bilder i svällpapper) (2)
- grafer (1)
- avläsning av tabeller (1)
- grafiska lösningar av ekvationer och ekvationssystem (1)
- algebra (1)
- övergångar i addition och subtraktion (1)
- tal med tre termer (1)
- när det är utan bilder (1).

På frågan om vilka metoder som lärarna har valt att använda inom de mer utmanande områdena kom följande svar in:

- Vi har gjort egna koordinatsystem och använt vaxsnören för att visa grafer. Då har det varit lättare att läsa av informationen i bilderna.
- Svällpappersbilder – har funkat sådär... (ang. koordinatsystem, funktioner samt avläsning av tabeller).
- Vi har använt taktila svällpappersbilder som hör till Bryggan. Det har varit väldigt lyckat, men det hade behövts ett konkret material som eleven hade kunnat laborera med. Ska försöka komma på ett sätt att tillverka eget material. Kanske legobitar att bygga rektanglar och kvadrater osv med (ang. geometri).
- Trä pärlor med olika form på band när de andra arbetar med geometriska mönster. Mycket plockmaterial.
- Alla böcker i Textview på datorn med kompletterande svällpappersbilder. Vi använder till viss del taktilt material, alla uppgifter kompletteras med egna svällpappersbilder om det behövs, taktila koordinatsystem med nålar, taktila tärningar, skriva på datorn så deltagaren kan läsa på punktskriftsskärm, hitta egna tecken för att skriva alla svar i Word (ang. koordinatsystem, geometri samt grafiska lösningar av ekvationer och ekvationssystem).
- En del uppgifter har vi gjort muntligt. Vi har ofta använt konkret material till exempel byggkuber och de svällpappersbilder som följt med.
- Elev har fått läsa med hjälp av punktskrift och förklaringar har getts muntligt (ang. algebra).
- Abakus, punktböcker och dator. Ja det har varit lyckat.
- Vi gör samma som resterande elever i klassen. Det har gått bra.
- Svårt eftersom eleven ofta inte vill använda hjälpmedel (ang. när det är utan bilder).
- Plockmaterial 100-tavla, 10-stavar och 1-tals pluppar. Abakus, punktskriftsskärm, diskussioner. För min elev fungerar det att testa olika strategier och hjälpmedel för att komma fram till det som fungerar bäst utan att hen ska behöva tänka för mycket. Det kan vara motstånd mot t.ex abakusen men när vi väl testat ett tal med den så är det den hen väljer till nästa tal. Räkna på led på punktskriftsskärmen är populärt men blir lite svårt vid subtraktion, med växlingar (ang. övergångar i addition och subtraktion samt tal med tre termer).
- Försökt att använda de bilder vi fått, samt försökt syntolka i en större utsträckning (ang. områden med mycket bilder).

Tankarna kring varför dessa områden var svåra var följande:

- Det har varit extra svårt för koordinatsystemen i bildvolymerna som hör till läroboken är alldeles för små. Rutnätet i koordinatsystemen är också för små och sticker ut för lite ur pappret vilket gör dem svårlästa. En del grafer är också oprecisa och stämmer inte överens med vanliga bilderna i boken.
- Svårt att till exempel följa en graf i ett koordinatsystem – lätt att blanda ihop koordinataxlar med grafen eller rutmönstret.
- Jag har funderat på om det är något med den spatiala förmågan kopplat till synnedläggningen, som gör att det blir svårt, eller om det har med mitt sätt att förklara som gör att det inte blir begripligt. Sen har det varit svårt att lösa hur eleven ska kunna läsa punktskrift ur Textview och sedan skriva in svaret i ett annat dokument...som det är nu så sitter jag bredvid och eleven får säga svaret till mig så skriver jag in det i ett Worddokument på min dator. Det blir för många moment för eleven annars (ang. geometri).
- Vi jobbar individuellt med deltagarna så jag tycker inte att det är speciellt svårt. Det viktigaste är att de har datorvana så att de kan hantera att lyssna på boken och läsa på punkt. Ibland kan svällpappersmaterialet vara bristfälligt. Det hade varit bra om uppgifternas nummer även kunde stå med svartskrift så att jag som seende vet vilken uppgift den motsvarar (ang. koordinatsystem, geometri samt grafiska lösningar av ekvationer och ekvationsystem).
- Algebra har varit svårare för elev att begripa eftersom det inte är lika vardagligt eller rimligt som procent. Algebra är lättare att begripa om man ser uppgiften medan procent är ett kapitel som enkelt kan diskuteras muntligt. Dessutom verkar elev ha mer förförståelse i procent än i algebra.
- Det är mycket att hålla reda på i huvudet. Man behöver stanna upp och förtydliga vad vi gjort hittills och hur vi ska gå vidare (ang. övergångar i addition och subtraktion samt tal med tre termer).
- Svårt att syntolka på ett sätt som är tydligt för eleven (ang. områden med mycket bilder).

För att underlätta undervisningen inom området så önskades följande:

- Större och tydligare bilder när det gäller grafer, funktioner och koordinatsystem.
- Jag hade nog behövt få tips om tågorbningen i hur man gör. Nu blir det lite trial and error för min del. Min nästa punktskriftsläsande elev får nog en mer upptrampad stig att gå på. Men man träffar ju inte på så många punktskriftsläsare i sitt yrkesliv... (ang. geometri).

- Tydliga koordinatsystem.
- Taktila bilder (lärarens svar tolkas som att hen generellt önskar fler taktila bilder i matematiken).
- Bättre svällpappersmaterial, lättare att producera böcker. Textview känns lite gammalt och funkar inte alltid ihop med olika program för talsyntes. (ang. koordinatsystem, geometri samt grafiska lösningar av ekvationer och ekvationssystem).
- Material för algebra. Eller kan nog klura ut fler metoder på egen hand men det kom rätt så tidigt under terminen och var inte riktigt insatt i det då.
- Fortsätta med kurser/att vi får prova själva.
- Svårt att svara på, man får testa sig fram. Blir det för svårt kontaktar jag SPSM för att rådfråga (ang. övergångar i addition och subtraktion samt tal med tre termer).
- Med svartskrift på svällpapperssidorna (ang. områden med mycket bilder).

De områden inom matematiken som ansågs vara enklast att anpassa var följande (siffran inom parenteserna står för antalet deltagare som angett svaret):

- procent (2)
- addition (2)
- geometri (1)
- algebra (1)
- det som går att läsa på punktskriftsskärm (1)
- vinklar (1)
- subtraktion (1)
- multiplikation (1)
- allt som inte förutsätter grafiskt räkning eller figurer (1)
- problemlösningar (1)
- uppställningar (1)
- bråk (1).

De metoder som lärarna har valt att använda inom de enklare områdena har varit:

- Använt anteckningar i Word för att följa lösningar och resonemang och geometriska kroppar för att illustrera geometrin. Pratade runt innehållet och kompletterat skriftligt innehåll med muntliga delar (ang. geometri och algebra).
- Vanlig mattepedagogik (ang. det som går att läsa på punktskriftsskärm)
- Plockmaterial (ang. addition samt subtraktion).

- Jag skapade (klippte ut) egna vinkelben i gul kartong på svart bakgrund som jag häftade ihop med "jungfruben" i vinkelspetsen. Vi läste noga igenom alla begrepp som hörde till avsnittet, sen var jag noga med att använda just de orden när jag benämnde olika delar av vinklarna.
- Hittills bara muntligt och elev har svarat skriftligt (ang. procent).
- Abakus. Punkt och dator. Lyckat i allra högsta grad.
- Genomgång, prova, lyssna på andra och öva själv.
- Bilder (ang. geometri).
- Abakus huvudräkning plockmaterial punktskriftsskärm, ja det fungerar bra (ang. addition och multiplikation).
- Vi har använt oss av liggande uppställningar och en talande miniräknare när talen blir för stora (ang. problemlösningar, uppställningar, procent samt bråk).

Tänkarna kring varför det fungerar bra inom dessa områden var följande:

- Algebra är tydligt vad gäller metoder och tillvägagångssätt och det krävs inte att eleven växlar mellan sin bok, bilder i bildvolymen och skriva på sin dator. Geometrin innehåller i och för sig mycket formler men det finns geometriska kroppar att utgå från för att illustrera och skapa förståelse.
- Elev med bra förkunskaper (ang. det som går att läsa på punktskriftsskärm).
- Tror det har fungerat bra eftersom eleven gjorde materialet till "sitt" genom att eleven fick moderera och laborera med vinkelbenen. Hen fick forma vinkelbenen till en trubbig vinkel, spetsig vinkel, rak vinkel osv.
- Samma undervisning som för övriga elever (ang. addition samt subtraktion).
- Erfarenhet som lärare (ang. allt som inte förutsätter grafiskt räkning eller figurer).
- Flexibelt arbetssätt och uppfinningsrikedom.
- Förförståelse. Resultat på första matematikkursen påverkas väldigt mycket på förförståelse då den repeterar innehållet från åk 7–9 till största del (ang. procent).
- Hög inlärningsförmåga och inkludering i klassrummet.
- Tillsammans, enskilt och tillsammans igen.
- Lätt att känna (ang. geometri).
- Eleven tycker det är enklare tal (ang. addition och multiplikation).
- Det är mindre bilder i undervisningen (ang. problemlösningar, uppställningar, procent samt bråk).

De områden inom matematiken som eleverna enligt lärarna hade haft svårast att förstå var följande:

- funktioner
- geometriska figurer som är ihopbyggda av två rektanglar och vissa mått är utelämnade
- koordinatsystem
- grafer
- logaritmer
- diagram
- algebra
- textuppgifter
- subtraktion
- mätuppgifter.

Vad gäller de undervisningsmoment som anses ha varit mest utmanande i matematiken så samlades det in följande svar:

- Vi har haft mestadels enskild undervisning så för eleven har det fungerat bra. För mig som lärare har det varit utmanande då eleven läser enligt ny ämnesplan Matematik 1b men läroboken följer gammal ämnesplan. Mycket innehåll har tillkommit i den nya kursen så jag har behövt skriva mycket innehåll själv. Periodvis har jag nästan gjort en egen lärobok.
- Varje elev i studion jobbar utifrån sin nivå. Några är på grundskolenivå och andra är på gymnasienivå. Eleven som använder punktskrift behöver en-till-en-undervisning i matte. Det har varit lite resurskrävande. Dock har det nya materialet (Textview som eleven läser från med punktskriftstangentbord) varit ett stort lyft. Eleven börjar på åk 3 grundskolenivå för två år sedan. Nu tror vi att eleven kan nå åk 9 innan eleven tar studenten vt-23. Det är ändå en enorm utveckling. Eleven vill använda all extra tid där det finns luckor i schemat till att räkna matte.
- Vi jobbar individuellt med varje deltagare och har tillgång till assistenter så alla får arbeta i sin egen takt.
- Eleven ligger inte i fas med resten, pga frånvaro.
- Fingersättning på abakus vid multiplikation och division.
- Att lära sig att syntolka i genomgångarna. Att gå igenom allt innan så att anpassningar kan genomföras.
- Hur man ska prata.
- Vi jobbar för det mesta enskilt på matematiken för det är för högt tempo i klassen. Problemlösningar med diskussioner brukar vi vara med på och då är hen delaktig.
- Nej, det har fungerat bra. Både kamraterna och pedagoger syntolkar och bjuder in eleven i undervisningen.

Detta har gjorts för att underlätta i de mer utmanande momenten:

- Jag har skrivit egna Worddokument med genomgångar och uppgifter till eleven utifrån den nya boken som inte finns i punktskriftsformat.
- Genom att jag finns tillgänglig för eleven hela tiden.
- Genom mycket personal.
- Har haft enskilda genomgångar hittills.
- Genom rådgivning med hjälp av SPSM.
- Att jag och resursen har tid tillsammans.
- Jag har fått vara noga.
- Eget arbete.
- Syntolkat.

På vad som hade kunnat göras för att momenten inte skulle vara lika utmanande så gavs följande svar:

- Ny uppdaterad bok i punktskriftsformat som stämmer med den kurs eleven läser. Det handlar om elevens rättighet till adekvat undervisning och anpassat läromedel.
- Om jag hade vetat hur man gör så eleven kan läsa, skriva och laborera med konkret material samtidigt.
- Allt bygger på att vi får tid att planera och se över vilket material vi har och vad vi kan göra nytt för eleven.
- Hjälpmedel eleven vill använda.
- Mindre grupp och lugnare tempo, utvalda uppgifter.

De undervisningsmoment som ansågs ha fungerat bäst var följande:

- Enskilda prov med möjlighet att redovisa både skriftligt och muntligt.
- Eget räknande.
- Jag tänker på att berätta vad jag skriver eller ritar på tavlan och prata beskrivande över lag.
- Eget arbete fungerar bäst, annars krävs någon som sitter bredvid och syntolkar eller antecknar.
- Allt har fungerat smidigt än så länge.
- Vi planerar och tänker igenom tex placering, vilken grupp och vilka som passar att arbeta med eleven.
- När hon vet vad hon ska göra.
- Det mesta fungerar bra eftersom vi är själva.
- Jag tycker att det är enkelt att undervisa eleven, tänker inte så mycket på att hon är blind.

De hjälpmedel som lärarna svarade att deras elev använde var följande:

- taktila bilder från SPSM (12)

- fysiska geometriska former (8)
- ritmuff (8)
- taktil linjal (8)
- taktila tärningar (7)
- taktil tallinje (7)
- talande miniräknare (6)
- abakus (6)
- ploppark (6)
- rutnät på svällpapper (5)
- taktilt måttband (5)
- sorteringsmaterial (material som går att sortera efter storlek, form, tjocklek och vikt) (5)
- koordinatsystem på svällpapper (4)
- LEGO (4)
- klocka med punktskrift (4)
- svällpappersvärmare (4)
- blackboard (3)
- taktil gradskiva (2)
- geobräde (2)
- taktil termometer (2)
- taktil meterpinne (2)
- multibas (2)
- bråktavla (1)
- bråkcirklar (1)

Utöver de alternativ som redan fanns att välja på så lades det av deltagarna i studien även till följande:

- kalkylator på datorn (1)

Överlag så ansågs det att hjälpmedlen fungerar bra förutom att en elev inte gillade att använda blackboard och ritmuff medan en annan svarade att ifall hjälpmedlen fungerar bra beror på hur villig eleven är att använda dem.

De program, webbplatser med mera som används till/på datorn var följande:

- Word (11)
- skärmläsare (9)
- punktskriftsskärm (9)
- punktskrivare (8)
- Excel (1)
- Desmos (1)

Utöver de alternativ som redan fanns att välja på så lades det av deltagarna i studien även till följande:

- Allercalc (1)
- Bright (1)
- Textview (1)
- kalkylator på datorn (1)
- DBT (1)
- ABC program (1)

Dessa program, webbplatser med mera fungerade bra förutom att det krånglar med skollicensen för Word för en deltagare och en annan påpekar att det tyvärr inte fungerar att använda ekvationsverktyget i Word.

De metoder, teknik med mera som deltagarna ville tipsa andra om var följande:

- Allercalc, mer avancerad räknare på datorn.
- Att det är viktigt att hitta metoder som passar just den eleven. Alla är unika.
- Att använda egna kroppen vid analog programmering.
- Klockan gör vi en egen bok som vi kallar "Min dag" för att få en känsla över när de tex går upp på morgonen, när skolan börjar och när de går och lägger sig på kvällen.
- Plockmaterial i alla dess former.
- Riktiga mynt.

Bland de som undervisar i matematik så var det fyra deltagare som svarade att de har inslag av programmering i sin matematikundervisning vilket medför att det totalt är fem personer som har fått frågor om programmering.

Det var endast en deltagare som undervisade i textbaserad programmering och hen undervisar framför allt i språket Python men också i HTML, CSS, JavaScript samt om eleven går inriktning AI så även C++ och C#.

De verktyg som användes för att programmera var följande:

- Blue Bot (3)
- Scratch (2)
- Microbit (1)
- Visual studio code (1).

Utöver de alternativ som redan fanns att välja på så lades det av deltagarna i studien även till följande:

- Arduino (1)
- konkreta övningar i par (1)
- analog programmering (1)
- LEGO spike (1).

På frågan hur bra verktygen fungerar för dem så svarade två att de inte har kommit till programmering på datorn ännu, två att det fungerar bra och en skrev följande "Jag har testat en del olika verktyg men har problem med att punktläsaren låser inmatning och utmatning, konflikt med mus, samt att den inte kan stega i utskriftsfönstret. Samtidigt har inte eleven helt koll på sin IT miljö och hur hen ska/kan använda den". En annan skriver att de förstärkte färgerna och förstörde så att eleven kunde använda den syn som hen har.

Ingen har tips på bra verktyg för blockprogrammering som fungerar för elever som är punktskriftsanvändare.

Programmeringsövningarna hämtas från:

- egna övningar
- övningar från litteratur eller nätet
- Programmera Mera
- Internetstiftelsen
- Prima
- Tengnäs förlag.

På vilka områden inom programmeringen som det var svårast att anpassa så hade matematiklärarna svårt att svara men den renodlade programmeringsläraren beskrev att det är svårt att få en utvecklingsmiljö att fungera, delvis på grund av elevens begränsningar i datorkunskap och att navigera sig i IT-miljön. Deltagaren skrev även "Jag tror att hen behöver komma över en initial fas med att få IT miljön att fungera, få IDEen och arbetssättet med programmeringscykel att fungera och förstått grundläggande syntax och semantik av språket."

De metoder som används för att lära ut programmering var enligt en av matematiklärarna läromedel från SPSM medan programmeringsläraren, som har undervisat både i grupp och individuellt, nämner att det finns powerpoints och filmer men dessa är inte anpassade och eleven gillar inte att lyssna utan vill kunna läsa. De har införskaffat en programmeringsbok i punktskrift men läraren anser att innehållet i boken skulle ha behövt anpassas i stället för att det ska vara samma som för seende då en del uppgifter och text inte är passande för elever som inte kan använda synen. Läraren har nu börjat gå igenom kapitlen i förväg och plocka ut den text och de övningar som är mest relevanta.

Programmeringsläraren tror att det har varit extra svårt eftersom hen inte har någon tidigare erfarenhet av att undervisa en elev som är punktskriftsanvändare så att det inte finns material eller erfarenhet att falla tillbaka på och att det har varit extra svårt på grund av elevens låga närvaro och svårigheter med IT-miljön. Hen skulle vilja att “man som lärare hade fått ett färdigt paket med material och att det är anpassat till att användas i till exempel VS Code.” för att kunna göra undervisningen bättre. Hen anser att det nu går mycket tid till att testa sig fram.

En av matematiklärarna föreslår att det skulle finnas färdigt punktbaserat material eller svällpappersmaterial till analog programmering.

De områden som har fungerat bra att jobba med var följande:

- Programmering på papper/ word (eftersom man slipper IT-strul).
- Då man använder färdigpassat material från SPSM.
- Analog programmering.

På områden som eleverna har haft svårast med i programmering så hänvisar en lärare till sina tidigare svar, två har inget svar och en svarar blockprogrammering. Deltagarna skriver även att syntolkning och att arbeta i par är metoder för att underlätta.

Ingen av deltagarna hade hittat en bra metod för att se till att eleverna får bra feedback på sin kod och en av dem tipsar om att jobba med programmering i Word.

Elever

Sammanlagt samlades det in fyra svar från elever som är punktskriftsanvändare, där tre av eleverna studerar matematik, en av dem har haft inslag av programmering i matematiken, och en elev som studerar en eftergymnasial kurs i programmering.

Samtliga matematikelever bedriver studier på gymnasienivå och alla, inkluderat programmeringseleven, anser att de har lätt att följa med i undervisningen även om en säger att det ibland kan vara lite svårt.

Anledningen till att det ibland kunde vara lite svårt var när det gick för snabbt framåt under genomgångarna. Eleverna framförde att det som gör det lätt för dem att följa med är att de har tillgång till samma läromedel som resten av klassen på sin dator, att läraren är bra på att ta hänsyn till elevens blindhet och är bra på att syntolka när det behövs, att när något inte är tillgängligt så hittar man på bra lösningar ändå och att eleven får jobba i sin egen takt.

Samtliga elever anser att utbildningen i matematik har gett dem samma förutsättningar som resterande elever. I programmering så anser den ena eleven att hen har getts samma förutsättningar medan den elev som har

jobbat med programmering några få gånger inte anser att utbildningen har gett hen samma förutsättningar.

Samtliga elever påpekar att en anledning till att de ges samma förutsättningar är ett bra jobb av lärare och/eller assistent genom att förklara på bra och tydliga sätt, alltid finnas där för att hjälpa till när det behövs med till exempel syntolkningar och att ta fram lösningar som hjälper eleven att bli mer självgående. Två av eleverna tar även upp deras hjälpmedel som en anledning till att de ges samma förutsättningar. En elev påpekar dock att de taktila bilderna ofta är plottriga och otydliga vilket kan göra det svårt.

Den elev som inte kände att hen getts samma förutsättningar i programmering anser det bero på att läraren valt att jobba i ett verktyg för block-programmering som inte var anpassat.

På frågan vad eleverna skulle vilja ändra på samlades följande förslag in:

- Genomgångarna skulle kunna bli långsammare.
- Tydligare svällpappersbilder i matten.
- Koordinatsystem skulle behöva ha större rutor med tjockare linjer så de var lättare att följa med fingrarna. Detta gäller även grafer som kan vara väldigt plottriga och otydliga.

Av de tre elever som studerar matematik så tyckte en elev att det är ett roligt ämne, en annan att det är roligt när man förstår vad man ska göra men det är inget favoritämne medan en tredje inte anser att matematik är ett ämne som hen tycker ha varit roligt.

För att göra det roligare skulle de vilja att uppgifterna ges ett sammanhang så att det inte bara är en massa siffror och att det var färre bilder och fler bildbeskrivningar i matematikböckerna då det kan vara svårt att följa bilderna med fingrarna.

Två av eleverna använder Matematik 5000 medan den tredje använder Matematik M1A.

De matematiska områden som eleverna ansåg var enklast var följande:

- bråk
- procent
- sannolikhetslära.

Förklaringarna till detta var att områdena är vanligt förekommande i vardagslivet samt att de inte innehåller så många bilder eller långa ekvationer.

De matematiska områden som eleverna ansåg var svårast var följande:

- negativa tal
- koordinatsystem
- ekvationer
- geometri.

Förklaringarna till detta var att bilderna för koordinatsystem är svåra att avläsa, att de geometriska formerna ibland har så konstiga former att det är svårt att mäta samt att ekvationerna kan vara i långa led vilket gör det svårt att komma ihåg. Ingen förklaring gavs till negativa tal.

Lärarna hjälper till att underlätta i de svåra områdena genom att guida när det behövs, göra vissa uppgifter muntligt, förklara uppgifter steg för steg, använda sig av svällpapper för att förklara samt att introducera eleven till Desmos som alternativ till svällpappersbilder för grafer. En av eleverna har även en stödtimme i veckan då läraren kan förklara sådant som eleven inte har förstått samt gå igenom sådant som de kommande genomgångarna i klassen ska handla om för att förbereda eleven.

De moment i undervisningen som eleverna tycker är enklast att ta del av är genomgångar enligt samtliga elever. En elev skriver att det beror på att hen har individuella genomgångar som fokuserar på just det som hen behöver träna på medan en annan elev säger att det beror på att läraren är bra på att förklara tydligt och läsa upp vad hen skriver på tavlan och en tredje att man under genomgång både kan lyssna och samtidigt följa med i dokument eller svällpappersbild.

Eleven med individuella genomgångar påpekar dock att om hen skulle varit med på gemensamma genomgångar på tavlan så hade det varit svårt att hänga med på.

På frågan om moment som är svåra togs ingen ny information upp utöver att en elev får planeringar och utvalda uppgifter att jobba med skickat till sig i Word för att underlätta.

Det som eleverna vill tipsa om i matematiken är följande:

- Att använda vaxsnören till exempelvis koordinatsystem för att göra rutorna lite större så det blir enklare att känna och hitta punkter på egen hand.
- Vi använder oss av svällpapper för att tydliggöra och visualisera och det tycker jag är jättebra!
- Ja, det här programmet som min lärare hittat är något som underlättat matten väldigt mycket för mig. Programmet heter Desmos och är något jag skulle rekommendera till alla synskadade som tvingas läsa grafer i matten.

Vad gäller programmering så har eleven som jobbat med programmering ett fåtal gånger inte tyckt att programmering var alls roligt och för att göra det roligare så anser eleven att skolorna måste börja att använda verktyg som är anpassade.

Eleven som läser programmering/ webbutveckling som ett eget ämne anser att det är roligt och i kursen har de inget läromedel utan använder sig enligt eleven av Jsway på internet.

De använder sig inte heller av några robotar eller annan fysisk utrustning att programmera eller av att programmera utan dator.

Det som eleven anser är enklast i programmeringen är kodning eftersom det inte baseras på att man kan se, medan eleven på vad som är svårt och varför svarar "Vissa delar i JavaScript eftersom de fyller ungefär samma funktion".

För att underlätta så tar läraren fram olika lösningar och hjälpmedel.

Eleven jobbar i Visual Studio Code och anser att det fungerar bra med hens skärmläsare. Språken som hen lär sig är JavaScript, HTML samt CSS. JavaScript och HTML fungerar bra medan CSS är svårt då det baseras på design.

Eleven anser inte att det är några moment i undervisningen som är svåra förutom när genomgångarna går för snabbt.

Eleven vill tipsa om en inställning i Visual Studio Code som gör att koden läses upp med hjälp av skärmläsare och de hjälpmedel som hen använder när hen programmerar är dator, JAWS och punktskriftsskärm. Lärarna tar även fram koden innan lektionen så att hen kan följa med i koden under genomgångarna.

Intervjuer

Här framförs en sammanfattning av intervjuerna med fackmän, lärare och elever. Varje kategori har sin egen sammanställning. Fackmän delas in i underrubriker, då de representerar vitt skilda områden.

Fackmän

Vattenhallen

Vattenhallen är en interaktiv plats med aktivitetsfyllda lokaler där allmänheten får ta del av experiment, utställningar och shower som är grundade i aktuell teknikutveckling och vetenskaplig forskning [24]. Vattenhallen lär bland annat ut programmering, vilket vårt besök fokuserade på.

Vattenhallen lär ut programmering enligt principen SARA – Sekvens, Alternativ, Repetition, Abstraktion, som är grundprinciperna för programmering och som de bland annat använder för att lära lärare att programmera. Inom Sekvens lär sig barnen att göra en logisk följd. De kan till exempel ge kommandot “fram, fram, fram, höger, fram” för att nå ett mål. Inom Repetition lär de sig att använda kommandot “upprepa (antal)” i stället för att säga “fram, fram, fram”, då de i stället säger “upprepa 3 fram”. Inom Alternativ lär de sig till exempel att ge kommandon såsom att de med svarta skor ska hoppa medan resten ska snurra. Inom Abstraktion lär de sig att definiera kommandon, till exempel kommandot “Hälsa” ger output “Hej” eller att genom att namnge ett längre uttryck behöver de inte skriva hela uttrycket därefter utan bara använda namnet.

Först lär de eleverna att programmera genom att styra en kompis, som agerar robot, via kommandon. Kommandon kan antingen ges via kort, där det till exempel står fram eller höger, eller så kan man ge kommandon genom att man till exempel klappar “roboten” på armen för att uppmana till en specifik rörelse. Här leder diskussionen fram till att för att tillgängliggöra en sådan övning så kan kommandona på korten också inkludera punktskrift samt att den som ger kommandon, förutom att lägga fram korten, säger vad det står.

I nästa steg lär barnen sig digital blockprogrammering där de får använda riktiga robotar och mikrokontrollerkort, där bland annat Blue-Bot, Edison, micro:bit, Legorobotar och Arduino ingår. Blue-Bot är en golvrobot lämpad för arbete med riktningsspråk, programmering, samarbete, felsökning och logiskt tänkande [25]. Roboten programmeras enkelt med knapptryckningar på ovansidan eller med hjälp av en lärplatta. Den kan spela ett standardljud eller så kan eleverna spela in egna. Eleverna kan också spela in ljud för att spela upp när varje knapp trycks, vilket gör det mer tillgängligt för alla elever [25]. Blue-Bot är både enligt Vattenhallen och kontaktperson på Hands-on-science den populäraste roboten för programmering i de svenska skolorna.

Edison påminner om Blue-Bot men programmeras antingen med streckkod (EAN-kod), två olika typer av blockprogrammering eller kodning med text i Python, där en variant av blockprogrammering är baserat på Scratch. Roboten har tre knappar, en för att spela in programmet, en för att stoppa programmet och en för att köra programmet. Edison kan både ge ljud ifrån sig som output, men även reagera på höga ljud. Via en streckkod kan man aktivera funktionen där till exempel en klapp med händerna får roboten att svänga höger och två klapp får den att köra framåt och stanna. Det går även att fästa legobitar på roboten för att skapa olika kreationer och personifiera den [26].

Mindstorm är en byggsats i LEGO där man använder blockprogrammering baserat på Scratch, för att ge liv åt de motoriserade robotar och

fordon som man kan bygga av LEGO. Det finns även Python-stöd till mer avancerade kodare [27]. Enligt Vattenhallen har denna robot fler funktioner och är mer avancerad än Edison.

I stället för att programmera robotar kan man även programmera mikrokontrollerkort, såsom micro:bit och Arduino. De påminner om kretskort som reagerar på någon slags signal som tolkas via programkod som i sin tur får något att hända. micro:bit har en LED-ljusdisplay, knappar, sensorer och många in-/utgångsfunktioner som att man till exempel genom en skakning kan få den att spela upp ett ljud som output. micro:bit går till exempel att programmera med hjälp av blockprogrammering med Microsoft MakeCode eller med Pythons kodredigerare, den kan även integrera med ens Scratchprojekt [28]. Enligt Vattenhallen är Arduino starkare och bättre än micro:bit men måste till skillnad från micro:bit kopplas ihop med exempelvis en robot med hjälp av elektroniska kretsar. Man kan tala om för kortet vad den ska göra genom att skicka en instruktion till mikrokontrollern, till exempel trycka på en knapp och omvandla det till en output såsom att aktivera en motor eller tända en lysdiod. Arduino har sitt eget språk och miljö men programmet kan utökas med C++ bibliotek och MicroPython [29].

Vid digital blockprogrammering låter Vattenhallen eleverna jobba två och två, så deras förslag var att elever med synskada hade kunnat sitta tillsammans med till exempel sin assistent, som hjälper till med "drag n' drop".

Sist går vår kontakt på Vattenhallen kort igenom textprogrammering där vi får veta att Skolverket enligt hen verkar satsa på IDE:n Python. Eftersom vi i studien har valt att fokusera på blockprogrammering nämner vi bara vid namn de andra textbaserade utvecklingsmiljöerna som togs upp: Kojo samt Replit.

Det visade sig att vår kontakt tidigare hade varit lärare på en gymnasieskola. Från hens erfarenhet av att ha haft en elev med synskada i klassen berättade hen att det som hade varit svårast var när hela klassen skulle diskutera något eller vid redovisning i grupp när eleverna skulle redovisa för varandra hur de hade löst en uppgift. Grafer, som att hitta koordinaterna för en punkt var också ett svårt moment för eleven. För att underlätta för eleven pratade hen tydligt när hen syntolkade, använde tjocka pennor samt skrev ut material i förväg så att assistenten hade tillgång till det. Det var viktigt att ha kontakt med assistenten menade hen. Hen belyste även att det var det viktigt (enligt assistenten) att inte göra för mycket för eleven, så att eleven också själv lärde sig att förstå och inte bara få det serverat.

SPSM

På SPSM har intervjuer utförts med både läromedelsutvecklare som gör pedagogiska anpassningar av förlagsutgivna läromedel samt med personal på Resurscenter syn som ger specialpedagogiskt stöd inom området synnedsättning till bland annat lärare och pedagogisk personal. Med pedagogiska anpassningar menas att text och bilder bearbetas för att göras tillgängligt för både tryckt punktskrift och punktskriftsskärm. Innehållet eller svårighetsgraden påverkas inte av anpassningarna. Bilder kan till exempel anpassas genom att bildbeskrivningar läggs till eller att det tas fram taktila svällpappersbilder. En sådan anpassning av ett läromedel kan dock ta upp till 10 månader [30].

SPSM har inte möjlighet att anpassa alla läromedel som finns tillgängliga på marknaden utan det görs bedömningar i varje ansökan. Önskas till exempel ett läromedel som är för gammalt blir det i regel avslag men en målsättning för SPSM är att oavsett om en ansökan av anpassning beviljas eller ej, så ska den punktskriftsläsande eleven kunna ha samma läromedel som övriga i klassen. Tryckt punktskrift kommer alltid att kunna levereras för de läromedel som SPSM har beviljat och gjort anpassning av.

Läromedelsutvecklarna berättar att de använder Punktskriftsnämndens skrivregler för matematisk notation men för matematiska uttryck i deras digitala läromedel används AsciiMaths skrivsätt. Tryckt punktskrift är med celler bestående av 6 punkter medan man på datorn oftast jobbar med celler som har 8 punkter. När man uttrycker matematik digitalt så finns det flera olika sätt att skriva på men anledningen till att SPSM valde att jobba med AsciiMath var att programmet Textview, som läromedlen visas i på datorn, endast kan visa tecken från ASCII-tabellen och då behövs det ett skrivsätt som enbart använder sig av dessa tecken, vilket AsciiMath gör. Ett annat skrivsätt som också använder tecken från ASCII-tabellen är LaTeX men det ansågs att AsciiMath hade en enklare syntax som därmed var enklare för barn att ta till sig.

Idag använder förlagen som gör digitala läromedel MathML vilket är webbstandard för matematisk notation. Skärmläsaren JAWS har stöd för MathML men det är inte tillfredsställande för matematik i svensk punktskrift eller som ska läsas upp på svenska. JAWS kan nämligen bara leverera output för matematiken i Nemeth vilket är de skrivregler som används för matematik i punktskrift i bland annat USA och inte stämmer överens med de svenska skrivreglerna. Det saknas även översättningar i JAWS för att talen ska kunna läsas upp korrekt på svenska utan det kan bli en blandning mellan svenska och engelska. När JAWS är inställt på svenska levereras ingen output alls till punktskriftsskärmen när man kommer till ett MathML-uttryck.

När det kommer till bilder i läromedelsanpassningarna så finns det väldigt mycket bilder framför allt i läromedlen för yngre elever, inte bara i utbildningssyfte utan även i dekorativa och humoristiska syften för att göra det roligare för eleverna. Detta är dock svårt att få med i de anpassade versionerna. En rolig bild kan såklart beskrivas med en bildbeskrivning men då kan texten bli så lång att de andra eleverna redan har sett bilden och skrattat färdigt innan eleven som är punktskrifts-användare har hunnit läsa klart texten. Man vill inte heller att eleven ska behöva lägga för mycket tid och kraft på att läsa bildbeskrivningar som inte ger något för utbildningen samtidigt som det är synd om man inte kan ersätta det roliga som bilderna tillför för andra elever.

På frågan om de finns något annat roligt som man kan lägga till i stället för bilderna så har de tyvärr inget sådant i dagsläget och försöker i stället göra det så roligt som möjligt genom att variera sig i uppgifterna och att se till att det till exempel finns tillgängliga spelplaner för de spel och andra roliga övningar som läromedlen tar upp.

Då en lärare ska välja och beställa läromedel för en elev som är punktskrifts-användare så brukar SPSM rekommendera att välja samma läromedel som resten av klassen om det finns tillgänglig eller hinner anpassas för att främja inkluderingen i klassen. Annars får läraren välja bland de läromedel som SPSM redan har anpassat, detta bland annat eftersom det annars tar så lång tid att ta fram ett pedagogiskt anpassat läromedel.

Annat material som de har gjort utöver anpassade läromedel är olika lärverktyg och laborativa material att använda i undervisningen som finns att köpa på deras webbplats. De har även för matematiken gjort en handledning för lärare som handlar om matematikundervisning för grundskoleelever som använder punktskrift, kallad *Räkna med mig* och som många lärare använder sig av. Det finns dock ingen motsvarighet till *Räkna med mig* för programmering. *Räkna med mig* blev klar samma år som programmering infördes i läroplanen för matematik, vilket är en anledning till att det inte tas upp där idag, men en revidering ska påbörjas under 2023 och ska därmed kunna ta med just programmeringsdelen.

Enligt SPSM är just programmeringen och mer specifikt blockprogrammeringen ett område som är svår-anpassat och där många av de program som används idag inte är tillgängliga.

Enligt läroplanen för åk 1–6 så ska eleverna prova på programmering i visuella miljöer och det är här som eleverna kommer till olika program för blockprogrammering som oftast är baserade på “drag n’ drop” som är svårt för punktskrifts-användare och de får ofta heller ingen återkoppling på koden de skapar, då den i flera fall är visuell. Man jobbar även med att ändra värden i en färdig blockprogrammeringskod och här är det också

svårt för eleverna då det är svårt att hitta i koden och att veta om koden fungerar. Det nämns att Swift playground är ett program som fungerar med VoiceOver på Appleprodukter men det ger dock fortfarande ingen återkoppling på koden för en elev som inte ser. Den produkt kallad Code Jumper som är speciellt framtagen för att barn med blindhet ska kunna jobba med blockprogrammering är något som SPSM har varit intresserade av men eftersom lärare ofta inte har ekonomisk möjlighet att köpa in den till skolan så är det få i Sverige som har erfarenhet av att ha använt den.

Man brukar dock inte börja med blockprogrammering utan med praktisk programmering utan dator där eleverna till exempel programmerar varandra att gå i mönster med mera. Därefter går man ofta över till enklare robotar såsom Blue-Bot som inte är gjord specifikt för att vara tillgänglig men som ändå fungerar bra för elever med blindhet. Man kan till exempel få roboten att gå i en labyrint och för att ge eleven en bra överblick av labyrinten så kan en miniatyr av den göras i exempelvis LEGO.

Steget efter blockprogrammering är sedan textbaserad programmering och här blir det igen enklare att anpassa undervisningen för elever som är punktskriftsanvändare och det fungerar bra med skärmläsare när man har lärt sig grunderna. Även SPSM bekräftar att det mest populära språket i skolorna är Python.

Det underlättar i programmeringen om eleven är bra på att använda sina hjälpmedel och att navigera på sin dator. Att jobba med datoranvändning är något som eleverna som är punktskriftsanvändare börjar jobba med redan i förskoleklass då man lär sig grundläggande hantering och skriver med punktmatning. På låg- eller mellanstadiet går man sedan över till att skriva mer och mer på tangentbordet. Det är även på mellanstadiet som man börjar föra in linjär notation, innan dess löser man problem med konkret material och svarar antingen muntligt, genom att någon skriver in svaret i Word åt en eller om man kan skriva själv.

Det krävs bland annat mycket tangentbordsträning och att man lär sig kortkommandon för att bli bra på att använda sin dator och i Sverige har eleverna inte utökad tid så det är inte så lätt att hitta tiden till detta. Man får antingen plocka bort något annat eller försöka att jobba på flera saker samtidigt. Eftersom allt tar tid för dessa elever så lockas man ofta av att ta genvägar som går snabbare men då får man inte den träning som man behöver.

Det hamnar nog ofta på resursen att lära eleven att använda sin dator. SPSM har övningsmaterial, som till exempel Nyfikna fingrar från 2022, för att komma igång att skriva på tangentbordet med mera och de har

även onlinekurser där elev och resurs är med och lär sig att starta datorn, skapa en mapp etc.

Eleverna får även stöd av sin syncentral när det gäller att lära sig att använda datorn och användbara kortkommandon.

Personal på SPSM anser att det nog snarare är tiden som är problemet om en elev inte lär sig sin dator tillräckligt bra och inte att det inte skulle finnas tillräckligt bra resurser eller stöd.

De berättar även att de har startat ett projekt med att göra digitala övningsböcker där man kan skriva sina svar direkt i boken vilket kan underlätta, eftersom eleven då inte behöver jobba i flera olika program på datorn samtidigt. Projektet startar med att göra övningsböcker för svenska för att sedan gå vidare till engelska och sist matematik.

På frågan vad som elever som är punktskriftsanvändare generellt brukar ha störst svårigheter med på låg- och mellanstadiet så var svaret gällande programmeringen blockprogrammering. För matematik så påpekas det att det såklart är individuellt men skala kan ofta vara svårt, även att gå från tredimensionellt till tvådimensionellt, geometri med större föremål som man inte kan hålla i handen samt om man inte har lärt sig metoder för uträkningar i god tid (förskoleklass), utan det har resonerat som så att eleven är så stark inom huvudräkning att det inte behövs, så handlar svårigheterna ofta sedan om uträkningar med abakus eller linjär matematik. För att öva på kopplingen mellan tredimensionella föremål och hur de kan framställas i en 2D-bild har SPSM till exempel något som de kallar för Formlådan, där 3D-föremål ska passas ihop med 2D-utskärningar i olika lock till lådan.

Abakus anser de att man ska börja jobba med i lågstadiet efter att eleven kan räkna föremål och har en något snär taluppfattning. Den generella uppfattningen är att man ofta slutar att använda abakus för tidigt och borde använda den längre upp i årskurserna, såsom man till exempel gör i Japan, och att samma sak gäller för att lyssna på talsyntes i stället för att läsa i punkt.

Det påtalas att man generellt i skolan ofta blir för teoretiskt för tidigt vilket hämmar alla elever men framför allt de som är punktskriftsanvändare.

Något annat som togs upp med SPSM angående matematik var olika minnesregler och metoder som är baserade på att man ser och hur de brukar rekommendera lärarna att göra där. Den vanliga minnesregeln för större och mindre än, att det är en mun som ska gäpa mot det större talet, fungerar inte lika bra i punktskrift. Eleven kan såklart känna på svartskriftstecknet för att få viss förståelse för minnesregeln men man ska inte introducera tecken för mindre och större än för tidigt utan fokusera på att lära sig siffrorna, addition, subtraktion och likhetstecken

först. Man kan i stället för att använda tecken i början använda sig av olika sorters taktila ytor som symboliserar mindre än och större än. Elever och lärare kan säkert komma på något eget sätt att minnas sen när man börjat använda punktskriftstecknen. En av de som intervjuats tror att en punktskriftsanvändare lär känna punktskriftstecknet och bildar själv ett slags bildminne av det, som en symbolisk bild.

Minnesregeln täljare-tak och nämnare-nere som är starkt kopplad till att divisionen inte är skriven linjärt utan att täljaren står ovanför bråkstrecket och nämnaren under verkar det inte finnas någon annan minnesregel för och SPSM har inte hört att elever skulle ha problem med att använda den minnesregel som finns. Det nämns dock att det såklart är en visuell minnesregel som bygger på synen vilket inte underlättar för elever som läser linjärt. För division så brukar eleverna i unga åldrar ha tillgång till exempelvis föremål att lägga i olika fack eller ploopark för att kunna illustrera divisioner och förstå sambandet mellan division och multiplikation.

För nians tabell så lär sig ofta seende elever att man för till exempel $9 \cdot 3$ kan vika ner det tredje fingret och räkna att det på den vänstra sidan av det nedvikta fingret finns kvar 2 fingrar och på högra sidan 7, svaret är då 27. Här framförs det att man i stället kan lära sig mönstret att siffrorna i produkten ska bli nio tillsammans, så som att $2+7=9$.

För annan räkning på fingrarna så kan eleverna till exempel använda föremål, pärlor på snöre, ramsräkna med mera i stället eller så kan man räkna med fingrarna genom att nudda dem vid kind eller lår för att få haptisk återkoppling i stället för visuell.

På ämnet ifall eleverna lär sig att samtidigt känna på en sak med varje hand för att jämföra dem med varandra, till exempel inom området symmetri, så gav de personer som frågades inte samma svar. En sa kort och gott ja medan en annan svarade att man ska jobba systematiskt med en sak i taget och inte känna på flera saker samtidigt. Det påpekades också att begreppet spegling eller spegelvänt inte fungerar då det inte ger något till en elev som inte har sett en spegelbild. De är dock eniga i att tipsa om att använda en symmetrograph, en uppsättning symmetriska former utskurna i trä, eller byggklossar med byggplatta när man jobbar med symmetri. På plattan kan man markera symmetrilinjen med ett vaxsnöre och bygga en figur med klossarna på ena sidan för att sedan låta eleven bygga på andra sidan.

I stället för att rita upp en bild av en uppgift så som det rekommenderas för seende elever så får vi informationen att de punktskriftsanvändande eleverna oftast jobbar med konkret material, beskriver uppgiften med egna ord/ med stödord, skriver ner själva talet eller resonerar med en klasskamrat. Det är bra om klasskamraterna har tränats i att syntolka vad de gör för att få ett bra samarbete med eleven som är punktskrifts-

användare. De som tillfrågades på SPSM har inte stött på elever som väljer att rita upp problem på till exempel en ritmuff. Ritmuffen används dock till att lära sig att använda linjalen och att rita, till exempel sträckor och geometriska former.

Det är viktigt att eleverna går igenom alla moment som seende elever lär sig så att elever som är punktskriftsanvändare uppnår målen i läroplanen. Man behöver dock inte gå igenom uppställningar på det viset som seende gör dem, vilket enbart är en metod och inte ett mål som ska nås. Några områden som man till exempel kan rekommendera att göra färre uppgifter inom kan vara komplicerade multiplikationstal, diagram och att konstruera geometriska former.

På frågan vad SPSM tror kan ligga bakom att en del elever inte uppnår sin fulla potential inom ämnena matematik och programmering så var svaren följande:

- Eleven behöver ett gott stöd av en pedagog genom grundskolan. Men om stödet ges av en assistent som själv tycker att matematik är svårt så blir det svårt.
- Det beror nog främst på brister i undervisningen, att eleven så ofta får sin undervisning av en resursperson utan utbildning i matematik. Se *Klingenberg, O. G. (2013). Matematikk og elever som bruker punktskrift i opplæringen. Trondheim: NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet* [10] i denna studie.
- Personal i skolan som har för låg kunskap kring matematik och blindhet. Ibland har personalen även för låg kunskap inom ämnet matematik. Framför allt om elevens resursperson är en person som inte är mattelärare i botten.
- Kombination av att lärarna är inte utbildade att undervisa elever som inte ser (jättesvårt att planera genomgångar på ett annat sätt än vad man är utbildad till och som är så långt ifrån ens eget sätt att förstå saker på), bäst hade varit om elev fick en lärare som är utbildad att undervisa blinda elever men det är väldigt ovanligt.
- Många lärare och resurspersoner lär sig inte matematisk punktskriftsnotation och kan därmed inte lära ut det till eleven.

De är alltså eniga i att personalen på skolorna skulle behöva mer utbildning kring matematik och punktskrift och att det är ett problem att mycket av undervisningen ofta hamnar på resurspersoner som inte har rätt utbildning för att undervisa i matematik.

SPSM förespråkar att punktskriftsanvändare undervisas tillsammans med resten av klassen. Läraren ska anpassa undervisningen så att alla kan vara med, vilket de brukar vara duktiga på att göra. SPSM jobbar med lärare

kring att syntolka, det vill säga hur de ska prata, benämna allt man gör, säga vad man skriver på tavlan och inte bara peka och säga "den här".

De förespråkar även att eleverna ges förförståelse genom att få känna på material i förväg så att de vet vad de ska vänta sig under en genomgång.

De påpekar att en del lärare nog tror att elever själva ska kunna tyda svällpappersbilder utan stöd, precis som en seende ser en bild, men så fungerar det inte. Blinda personer behöver alltid stöd i att tolka taktila bilder, då ingen kan tolka en taktil bild själv utan att ha en förförståelse innan.

Certec

Mötet med Certec blev en diskussion om deras erfarenheter som de har fått under sina och elevers projekt. Många ämnen togs upp och det som berörde eller kunde tillämpas på matematik och programmering är med i följande sammanfattning av mötet.

De personer som vi pratade med på Certec har noterat att Scratch och Python är IDE:er som det är vanligt att skolor använder och konstaterar att "drag n' drop" är hopplöst för en person med synnedbjudning. De nämner även de textbaserade utvecklingsmiljöerna Kojo och Jupyter samt programspråket Scala, men det väljs att inte gå närmare in på dem.

Det tas upp några lite mer avancerade apparater som finns och som kan användas av punktskriftsanvändare, såsom Talking Tactile Tablet, Graphiti, insideONE och Touch (fd Phantom Omni). Talking Tactile Tablet är en touchplatta som ger en taktil bild, med hjälp av svällpapper, och ljudåterkoppling [31]. Graphiti är en interaktiv taktil skärm med små rörliga pinnar som sticker upp i olika höjder för att illustrera till exempel en graf [32]. insideONE är en surfplatta med inbyggd punktskriftsskärm som kombinerar design, teknisk prestanda och haptisk ergonomi [33]. Touch är en haptisk apparat som ger motstånd till användarens hand, så att man kan känna virtuella objekt och ger en verklighetstrogen beröringskänsla när användaren manipulerar 3D-objekt på skärmen [34]. De tipsade även om företag som InsideVision och Touch Graphics Inc som bland annat utvecklar produkter för personer som är blinda och/eller har en synskada.

De problem som de såg för elever som är punktskriftsanvändare var att arbeta med grafer, att de ska komma ihåg mycket och att det är svårt att få en överblick. De pratade även om att det finns mycket roligt för seende som en elev med blindhet går miste om, framför allt att klassrum innehåller mycket visuell information som är till för att motivera elever, som då elever med synskada går miste om.

NCM

Vår kontaktperson informerar om att hen inte har någon erfarenhet av punktskriftsanvändare och gällande frågan om vilka metoder och tekniker som man brukar arbeta med då man lär ut matematik och programmering så var den för generell för att kunna svara på, då det finns så pass många olika sätt att lära ut på. Däremot poängterar hen att när det gäller matematisk notation är den digitala utvecklingen överlag extremt långsam, även om det idag börjar finnas en hel del. Words "equation editor" borde exempelvis kunna utvecklas även för punktskrift tycker hen.

När det gäller programmering berättade hen att åk 1–3 ofta använder sig av olika typer av analog programmering och en del Bee-bots (vilket är samma sak som Blue-Bot) och liknande medan åk 4–6 använder huvudsakligen blockprogrammering och då mest Scratch. Åk 7–9 använder textprogrammering, vilket ofta blir Python eller JavaScript. Hens tankegång om textprogrammering var att skriva programkod borde fungera på precis samma sätt som att lära sig att skriva vanlig text, om man använder ett textbaserat program som Python. Svårigheten ansåg hen, är att programmering bygger väldigt mycket på att testa, köra koden och felsöka eller modifiera. Det behövs alltså ett ständigt utbyte mellan vad som skrivs och vad som ska läsas.

Läromedelsutvecklare

Tyvärr så var det bara ett förlag av de som tillfrågades som hade tid till att svara på några frågor kring deras arbete med tillgänglighet.

Det förlaget som svarade framförde att de väljer att tolka tillgänglighetsdirektivet som att det även gäller deras läromedel och jobbar för att följa WCAG till 2025.

Det nämndes även att de gärna hade fått mer information från SPSM kring hur anpassningar görs på ett bra och inkluderande sätt. De föreslog att SPSM skulle hålla i någon slags informationsträff, öppen för alla förlag som vill delta, där de går igenom det som är viktigt att veta och ha i åtanke när man gör anpassningar för att öka tillgängligheten. Detta för att det ska kunna bli så bra som möjligt från början och fungera för så många användare som möjligt.

Lärare

Personal som inte är huvud- eller ämneslärare för eleven med synned-sättning men som hjälper till att undervisa elev, ej att förväxla med resurs/assistent, som vi har intervjuat inkluderas nedan i termen "lärare" då de anses vara likvärdiga i sin kunskap om att lära ut matematik för punktskriftsanvändare.

Vilken kunskapsnivå som eleverna låg på när de började i lärarnas klasser varierade. En lärare i matematik och en i programmering ansåg att deras respektive elevs nivå inte var så hög som den borde vara och en annan matematiklärare ansåg att hans elev hade med sig kunskap sen tidigare men har inte kunnat hålla samma tempo som resten av klassen. För en av de elever som inte låg i fas trodde läraren att det kanske berodde på att eleven hade getts fördelar på grund av sitt hinder och därmed inte fått full förståelse för matematiken. Låg- och mellanstadielärarna ansåg att deras elever var i fas när de först mötte eleverna eller att de i alla fall hade koll på vilken nivå eleven låg på. I grund- och gymnasieskolorna sitter fyra av sju elever med på helklassgenomgångarna medan en elev har genomgång med andra elever som inte har klarat matematiken och två har individuella genomgångar. Dock är det bara en elev på mellanstadiet som följer klassen fullt ut. Flera elever sitter med på antingen alla genomgångar eller de genomgångar som passar och räknar för sig själv för att sedan få egen undervisning eller undervisning tillsammans med andra som är "mattesvaga". Två elever får i princip enbart individuella genomgångar, vilket till stor del beror på att de går i en klass där eleverna har kommit olika långt i matematiken. De områden som de elever som inte alltid är med på genomgångarna brukar vara med på är bland annat geometri, lektioner då det är diskussioner med problemlösning eller när plockmaterial och kortspel används.

Det visade sig vara väldigt varierande vilka datorkunskaper som respektive lärares elever besitter. Alla förutom en kan starta sin dator själv men därefter skiljer kunskapsnivån sig emellan eleverna. Några är relativt självständiga och kan starta program, hämta filer, kopiera etc., medan en annan har svårt att öppna Word, som alla använder för att skriva matematik i. Dock anser majoriteten av lärare att elevernas datorkunskap är tillräckligt. En gymnasielärare vars elevs datorkunskap och matematikkunskap var undermåliga, har inte möjlighet, på grund av tidsbrist, att både lära eleven matematik och att skriva i Word, utan väljer att fokusera på att eleven ska kunna räkna. Det ska dock nämnas att eleven har dålig närvaro i skolan.

Tidsbrist är något som återkommer hos de flesta lärare, där vissa som har möjlighet väljer att lägga över visst ansvar på till exempel en resurs, medan andra bland annat gör uppgifter muntligt för att spara tid. Alla är överens om att elever med synskada har ett lägre arbetstempo och att det hade varit fördelaktigt om man kunde underlätta för dem så att vissa moment inte tog så lång tid, till exempel med ett program som matematikuppgifter både kan läsas, lyssnas på, räknas ut och besvaras i. En lärare på mellanstadiet berättar att det tar så pass mycket tid för eleven att på egen hand starta upp datorn och hitta rätt bok med kortkommandon, eftersom de vill att hen ska öva på det, att elev bara har cirka en kvarts effektiv tid kvar för att räkna.

De lärare som har elever som är så gamla att de skriver linjära uträkningar anser inte att de har problem med att följa sina elevers uträkningar då de i de flesta fall har anpassat sättet att skriva på så att det både passar läraren och eleven. Ett exempel är att ersätta tecknet "roten ur" med "upphöjt till 0,5" eftersom tangentbordet saknar tecknet för roten ur. Punktskriftsnämndens skrivregler har inte konsulterats av de flesta lärare men i samtliga fall används Word att skriva i där flera tar upp att det är synd att Words verktyg för att skriva ekvationer inte fungerar för punktskriftsanvändare.

Generellt verkar det som att samarbetet mellan lärare och resurser fungerar bra, någon har dock inte behövt assistentens hjälp och en annan har inte arbetat så mycket med resursen att de har kunnat utvärdera samarbetet. Resursen får mest hjälpa till med praktiska saker, som att hjälpa till att förbereda och anpassa material, hjälpa eleven med dator och hjälpmedel under lektionerna samt hjälpa elev att göra sina uppgifter med mera. Majoriteten är positiva till att ha en resurs som både kan vara till hjälp för läraren och eleven och ge stöd. Några lärare understryker att det är viktigt att elev och resurs har bra personkemi och förstår varandra så att resursen vet hur hen ska hjälpa eleven, utan att ge för mycket hjälp och att det är fördelaktigt att resurs följer elev så länge som möjligt.

När det kommer till metoder som ersätter uppställning så har de flesta lärare introducerat abakus för sin elev och som med många andra hjälpmedel har det ofta funnits ett motstånd från eleven att använda abakusen. Två elever använder fortfarande abakus medan resten antingen bara använder den när de måste eller helt har slutat använda den. Andra metoder som lärarna använder sig av är liggande uppställning, där eleven skriver ut mellansteg och räknar hundratal för sig, tiotal för sig och ental för sig. Vid multiplikation kan läraren låta eleven till exempel redovisa muntligt om hen inte är så bra på att skriva uträkning på datorn eller så använder läraren plockmaterial som hen tydligt lägger i olika högar, där bland annat riktiga pengar används. Ibland används ritmuff i stället för plockmaterial. Word används ofta för att skriva uträkningar i men muntlig redovisning förekommer, oftast för att spara tid för eleven. Huvudräkning, miniräknare och att lösa ekvationer i flera steg med ett likhetstecken per rad medan uttryck förenklas på en och samma rad, är några andra metoder som används. En lärare lyfter att metoder överlag blir annorlunda, inte bara för uppställning, där ett exempel är problemlösning där man annars vanligtvis ritar mycket. Hen anser att eleven begränsas av att bara kunna välja på en till två sätt, det vill säga taktilt och tänka i huvudet. Passar inte någon av metoderna så blir det svårt anser hen och menar på att seende elever har fler tillvägagångssätt att välja mellan. En punktskriftsanvändare kan inte rita menar hen, utan då måste eleven hålla bilden i huvudet och sen behöva räkna i huvudet. Även om elev har taktilt material så blir det inte samma

sak anser hen. Läraren i fråga har inte kommit till att lösa ekvationer med sin elev men tror att det också blir svårt att lösa ekvationer, eftersom det är långa uttryck som man måste skriva ner, då det är en skriftlig metod.

Det var inte många lärare som hade jobbat med grafer tillsammans med sin elev men de som hade det använder svällpapper och vaxsnöre för att eleven ska kunna känna och läsa av grafen. Alla använder de svällpappersbilder som SPSM skickar tillsammans med matematikboken men skapar även egna grafer och koordinatsystem, antingen i svällpapper eller med en ritmuff som de sedan lägger vaxsnören på. Att skapa själv fungerar bra men de anser att det tar mycket tid och hade önskat någon digital taktill lösning. Ingen av berörda lärare lyssnade på grafer i till exempel Desmos, antingen för att de inte visste om att man kan eller för att man inte såg behovet. Genomgående för lärarna som använder svällpapper till grafer är att de anser att svällpappersbilderna är för små, plottriga och ibland slarvigt gjorda. Detta har de tagit sig runt genom att förstora bilden så att informationen inte ligger för tätt och använda vaxsnören att förstärka linjer. När en graf är slarvigt gjord så kan till exempel värden på x-axeln ligga fel, så att eleven egentligen läser av bilden rätt men svaret i boken är något annat.

Något som de flesta lärare tar upp gällande vad som är viktigt för att punktskriftsanvändare ska uppnå sin fulla potential är hur viktigt det är att lärare och resurs är utbildade, speciellt i att förstå punktskriftsanvändarens behov och hur elevens hjälpmedel fungerar, framför allt de digitala hjälpmedlen. Det digitala inkluderar att till exempel kunna hur Textview och Jaws fungerar men även ha teknisk kompetens för att lösa problem om datorn krånglar vilket annars kan låsa eleven helt från att kunna jobba. Det ansågs även väldigt viktigt att eleverna har bra dator-kunskap och lär sig det tidigt, samt att de får lära sig sina hjälpmedel ordentligt. Matematik är ett ämne som behöver färdighetstränas mycket, så att se till att eleven får den hjälp som behövs i skolan anser de är viktigt eftersom det är mycket svårare för eleverna att arbeta hemifrån, detta bland annat eftersom mycket material är kvar i skolan och att det kanske inte finns någon hemma som kan guida eller hjälpa till på ett bra sätt. Det anses också vara viktigt att läraren har förmågan att välja ut uppgifter till eleven som ger hen den kunskap som krävs, detta eftersom det tar längre tid för punktskriftsanvändare att lösa uppgifterna och de hinner därmed inte räkna lika många uppgifter som resten av eleverna i klassen. Ett annat alternativ är att ge eleven mer tid genom att till exempel förlänga kursen eller ge eleven mer undervisningstid. Brister i läromedel anses kunna påverka ifall eleven uppnår sin fulla potential, specifikt så anser den lärare som undervisar i programmering att hen saknar bättre anpassat material. Läromedel leder in på konkret material och hur viktigt det är med taktila material som elever kan ha i sina händer och som elev och lärare kan prata tillsammans runt. Det anses

vara viktigt att både lärare och resurs kan uttrycka sig väl och vågar ha en kommunikation med eleven samt att man provar olika lösningar och material för att komma fram till vad som fungerar bäst för eleven. Något som också påpekas är att lärare och resurs inte ska ge eleven mer hjälp, än vad som verkligen behövs, för att till exempel spara tid eller vara snäll.

Alla lärare är överlag nöjda med den hjälp och det material som SPSM erbjuder och anser att det är tillräckligt för att kunna ge eleven den utbildning och hjälp som behövs. Några framför att de önskar att de fysiska träffarna återupptas och att man ibland inte får de böcker man önskar, vilket bland annat kan bero på att det tar många månader att ta fram en anpassning av ett läroedel som inte redan finns anpassat.

De moment och områden som lärarna upplever svåra är bland annat att syntolka på ett bra sätt, speciellt nämner en lärare att hen tycker att det är svårt att syntolka svällpappersbilder då hennes elev även har autism och inte kan ta in för många ord. Det ansågs även vara svårt att komma fram till vad som fungerar för eleven och vilket som är det bästa sättet för eleven att lära sig på, extra svårt blir det då eleven inte vill använda sina hjälpmedel. En lärare som inte nämnde några direkta utmaningar konstaterade att man inte kan göra som vanligt utan att man får vara påhittig och att det är bättre att prova och göra fel än att inte våga och missa något som kunnat bli jättebra. En del såg det även utmanande att hitta tid för att förbereda material.

Några utmaningar som lärarna ser för eleverna utöver att räkna är att lära sig nya saker och ny teknik, till exempel att behöva byta från ett läsprogram till ett annat. En lågstadielärare berättar att även om hennes elev är väldigt taktil så har hen svårt att läsa av taktila bilder och behöver någon som förklarar. Många anser att en stor utmaning för elever med synskada är att de måste hålla mycket information i huvudet och att de ofta kan ha svårt att få en överblick av uppgiften. Att läsa av tabeller med talsyntes och att skapa diagram anses också vara en stor utmaning. En dator som krånglar är det flera som tycker är mer än utmanande, då eleven oftast inte kan lösa det själv.

Representationen för programmering var inte så stor men det blev två intervjuer som berörde programmering, varav en var med en matematiklärare på mellanstadiet som hade inslag av blockprogrammering i undervisningen och en den andra var med en lärare i programmering på gymnasienivå. Generella svar som berörde både lärare i matematik och programmering är redan representerade i texten ovan, varför nedanstående text enbart berör programmering.

Matematikläraren för mellanstadiet börjar alltid analogt för att eleverna ska förstå tankesättet och sen går de över till Scratch. Den analoga programmeringen har fungerat bra då eleven har fått syntolkat koder

och instruktioner. Eftersom eleven har viss syn så har eleven även möjlighet att använda Scratch genom att förstora bilden, dock orkar eleven inte jobba i Scratch under en längre tid. Eleven kan se resultatet på Scratch men däremot verkar inte skärmläsaren fungera i Scratch.

Gymnasieläraren valde att lära ut språket Python för att det var lättare att integrera i matematiken då det inte var ett så stort "hopp" med att implementera funktioner i Python. Hen har valt att använda Visual Studio Code (VS Code) som IDE för sin elev, dels för att SPSM gav det som förslag samt att eleven sedan skulle kunna använda VS Code i andra kursen och sedan i arbetslivet då det är en vanligt förekommande IDE. Gymnasieläraren ser det som en stor fördel om eleven kan gå ner i djupet med samma IDE i stället för att behöva byta. Det ska dock påpekas att klassen inte har börjat skriva kod i en IDE ännu utan skriver på papper och då skriver eleven som är punktskriftsanvändare i Word, trots det har gymnasieläraren redan tankar och idéer för hur de ska jobba när de går över till IDE. Hen säger att det återstår att se om alla grafiska moment i VS Code blir ett problem eller inte och att hen gärna hade sett att det fanns någon plugin eller frontend till VS Code där man hade sett programmeringskoden och terminalfönstret och enkelt kunnat hoppa mellan dem för att få snabbare och enklare interaktion. Eftersom vissa funktioner i VS Code fungerar dåligt ihop med skärmläsaren, anser hen att man behöver stänga av dem och resonerar då att det kanske hade varit bättre att ge informationen muntligt eller så hade man till exempel kunnat använda en chatbot för eleven att interagera och föra dialog med. Hen hade också velat att det fanns beprövat material för hur elever med synnedsättning eller blindhet ska lära sig IT-miljö programmeringsmässigt och som visade vad som fungerar bra och hur man kan göra. Det poängterades att programmering också ska vara kul men att det ofta är mycket grafiskt.

Gymnasieläraren ser förbättringspotential i läromedlet där hen anser att uppgifter bör komma löpande i texten i stället för sist i kapitlet, så att uppgifterna hänger ihop med själva kursmaterialet för nu tar det mycket tid för eleven att navigera och hitta.

Hen anser att Microsoft har gjort bra övningar där en person pratar och visar hur man programmerar, som ger ett extra stöd till andra elever men som dock inte fungerar för punktskriftsanvändare. I stället använder läraren ett webbdokument som SPSM har tagit fram och som ska fungera med JAWS, dock säger läraren att det är skrivet på ett sätt som fungerar för seende men som inte fungera särskilt bra för punktskriftsläsare eftersom där finns mycket i texten som hen anser onödigt och som hen därför tar bort för att det inte ska bli för mycket text för eleven. Enligt läraren kör SPSM mot IDLE (en integrerad utvecklings- och inlärningsmiljö för Python) som hen inte anser fungera jättebra utan hade behövt anpassas mer.

Övriga saker som kom upp under intervjuerna var bland annat att nästan alla lärare fick reda på att de skulle få en elev med synskada bara någon vecka innan eleven började. Alla lärare har gått någon form av kurs men påtalar att de har haft väldigt lite tid på sig att sätta sig in i elevens situation och vissa har upplevt det stressigt. Här anser en lärare att det hade hjälpt om elevens förra lärare och resurs hade hjälpt till mer vid övergången. Det visade sig även att över hälften av lärarnas elever med synskada inte låg i fas för att de inte hann med i det tempo som resten av klassen höll, där en lärare konstaterade att eleven behöver tre terminer i stället för två. Det togs även upp förbättringsförslag, som att få viss svartskrift på elevens punktskriftsmaterial för att underlätta för läraren att bland annat veta vilken uppgift eleven är på och att lista ut vilket ordning papperna ska vara i när de trillar ur pärmerna. Som tidigare nämnts i rapporten togs det även upp av flera att elever bör slippa hoppa mellan olika medier och i stället kunna läsa och skriva svar i samma medium, där de även såg fördelen att man slapp klippa och klistra från Textview till Word. Ett inte så konkret förslag men ändå relevant var att allt som snor tid för eleven behöver försvinna. Det efterfrågades av några ett slags forum där man kunde få all information, i stället för att behöva leta runt och kontakta flera olika företag och organisationer, samt även för att kunna prata med och få tips av andra som är i samma situation som en själv.

Elever

Intervjuer har utförts med totalt fem elever där fyra av dem läser matematik och en programmering. Samtliga matematikelever läser på gymnasienivå och eleven som läser programmering läser en eftergymnasial kurs i webbutveckling. Eleven som läser programmering har under intervjun även svarat på en del av frågorna gällande matematik baserat på tidigare studier inom ämnet.

Samtliga elever upplever att svällpappersbilderna, framför allt för koordinatsystem och grafer, är svåra att avläsa och flera av dem säger att rutnätet skulle behöva vara större samt att linjerna skulle behöva vara tydligare. Idag anser de att det blir för plottrigt och svårt att urskilja linjerna. För att underlätta så har flera av dem fått jobba med bilder där koordinatsystemet har gjorts större och linjer markerats med vaxsnören.

En elev berättar att eftersom materialet att känna på var för dåligt så hade hen tidigare fått hoppa över till exempel vissa delar av geometrin. En annan av eleverna har nu gått över till att använda Desmos för att hitta skärningspunkter, extrempunkter med mera och brukar tabba sig fram till dessa. Hen brukar oftast inte lyssna på grafen men har testat det också. En tredje elev önskar att man i stället för att läsa av grafer skulle få information i tabellform på det vis som tabeller anges i Textview.

För att skapa egna grafer används egna större koordinatsystem och nålar för att markera ut punkter eller att de skapas genom att skriva in funktionen i Desmos.

När det kommer till att skriva ner och redovisa sina uträkningar och svar så anser ingen av eleverna att detta är ett problem. De skriver i Word och deras lärare kan följa deras tankegång och annars ställer läraren frågor muntligt.

För mer avancerad huvudräkning så är det ingen av eleverna som föredrar att använda abakus utan de räknar i huvudet, i huvudet med stödanteckningar i Word eller med hjälp av miniräknare. En elev nämner att abakus aldrig riktigt varit hans grej och en annan att hen anser att abakus är överskattat och att det var bra när man var liten och skulle lära sig att räkna men nu är det mest onödigt och förvirrande.

När de räknar i huvudet så delar de upp ental, tiotal med mera så som när man använder abakus fast i huvudet och gör stödanteckningar om det behövs.

I samtalen kring olika matematikområden som kan vara lättare eller svårare så berättar en elev om att det kan vara svårt att mäta saker med linjal på egen hand. Det går oftast bra men det är inte så lätt att hålla linjalen rakt och samtidigt läsa av. Hen är också lite osäker på att på rak arm veta vad de olika strecken på linjalen markerar.

En elev som tycker att sannolikhetslära är enkelt känner igen att hen har stött på trädidiagram tidigare men det är inget som hen brukar använda sig av utan jobbar bara i text och siffror. Hen berättar också att det tidigare i grundskolan hade varit svårt med pq-formeln och ekvationer med flera variabler men att det blivit mycket bättre nu sedan hen har fått en så bra lärare på gymnasiet som förklarar på bra sätt och är bra på att syntolka.

Något annat som flera anser vara svårt är långa ekvationer och här beskriver de två olika metoder för att underlätta. En elev brukar gå igenom det muntligt tillsammans med läraren först för att få förståelse och sedan skriver hen ner ekvationen men uppdelad med mellanrum för att det ska bli enklare att komma ihåg och få en överblick samt att det genom att skriva det själv sätter sig bättre i minnet. En annan elev beskriver i stället att hen skriver av talet från Textview och växlar då många gånger fram och tillbaka för att se till att det har skrivits av korrekt och läser det flera gånger. Det är enligt den andra eleven bättre att läsa för att komma ihåg än att lyssna för det går lite för fort med talsyntesen. Det kan dock ändå vara lite svårt att komma ihåg början när man kommer till slutet.

En elev berättar att det även bland hans vänner som är punktskrifts-användare brukar vara koordinatsystem/ grafer och långa ekvationer som är bland det svåraste.

Övriga samtalsämnen kring matematik var att en elev alltid kopierar över uppgifterna från Textview till Word för att kunna läsa och skriva på samma ställe medan en annan i stället växlade mellan programmen. Den förstnämnda hade föredragit om man kunde göra allt i ett program i stället för att jobba i två olika. Ett annat samtalsämne var kring diagram på svällpapper och här ansåg eleven att stapeldiagram var enklast att avläsa medan linjediagram var för tunna linjer för att läsa av bra och i cirkeldiagram så gick det bra med till exempel fjärdedelar och andradelar medan det var svårt att känna skillnad på till exempel en femtedel och en sjättedel.

På samtalsämnet om att hinna med att räkna tillräckligt många uppgifter så säger en elev att hen inte hinner med lika många uppgifter som övriga elever utan räknar kanske a och b men inte c och att läraren brukar välja ut vilka uppgifter som hen ska räkna. Om hen inte hinner med så kan hen ibland bara skriva ner tillvägagångssättet för hur hen hade löst en uppgift som anteckningar, i stället för att lösa uppgiften.

En elev har tidigare haft enskild undervisning i matematiken men är nu med i en mindre grupp i stället och tycker att det är bra att hen då får jobba mer självständigt.

Det är endast en av eleverna som har stött på blockprogrammering och ingen som vet med sig att de har jobbat med analog programmering eller att programmera robotar. Under blockprogrammeringen så fick resursen göra allt och eleven kände sig inte delaktig. Hen anser att det behöver bli mycket bättre anpassat för att det ska vara kul och ge något. Hen är osäker på vad det var för program som användes men det kan ha varit Blockly.

Eleven som läser en kurs i webbutveckling hade tidigare inte läst någon programmering alls men hade testat på att programmera lite i språket Python på fritiden. Nu i kursen används JavaScript i miljön Visual Studio Code och hen har fått hjälp att installera JSHint som säger vad i koden som har blivit fel och på vilken rad, vilket underlättar för hen. Eleven har haft svårt att få Visual Studio Code att fungera bra med skärmläsaren JAWS.

Programmet Figma fungerar inte heller med JAWS och är väldigt visuellt och baseras på mycket mus-funktioner. Grafisk design och programmeringsspråket CSS kan inte heller göras så tillgängligt så det brukar hen få hoppa över men sitter ändå med och lyssnar på genomgångarna.

För att underlätta så brukar eleven få kod av läraren i förväg för att hen ska kunna följa med bättre under genomgångarna, men det är ibland svårt när läraren går för fort fram och eleven ska försöka lyssna på både koden och läraren samtidigt. Generellt så är läraren bra på att syntolka men ibland kan läraren glömma bort det. Läraren brukar alltid komma förbi eleven och hens resurs för att höra hur det går.

Eleven upplever att matematik har varit enklare än programmering.

Elevernas egna tankar kring vad som kan ligga bakom att en del elever inte uppnår sin fulla potential i matte och programmering var att det beror mycket på om man har en lärare som förstår sig på ens hjälpmedel, att en del lärare tycker det är viktigare att man hänger med i tempot än att man verkligen förstår vilket gör att man inte får tillräcklig grundkunskap, att det hade behövts tydligare svällpappersbilder samt att lärarens förmåga att syntolka är viktig för att det ska gå bra. En elev tycker att man bör sätta sig ned med läraren och förstå vad eleven ligger på för kunskapsnivå så att undervisningen kan anpassas därefter.

Flera elever har vid något tillfälle i skolgången haft lärare som inte har varit tillräckligt bra på att förstå sig på deras situation och hjälpmedel eller inte har syntolkat tillräckligt bra.

Något annat som upplevs viktigt är resursen och att man har en resurs som man trivs med och att man inte behöver byta resurs så ofta. Det är påfrestande med nya personer som man behöver förklara allting för i början. En resurs som man har jobbat med länge förstår sig på en och kan utan att man säger det förstå vad man behöver eller när man inte vågar säga att man inte förstår något.

Ett annat önskemål som kom upp var att SPSM skulle hålla i fortsättningskurs för datoranvändning som går igenom mer avancerade saker än den första kursen.

Intressant teknik samt programmeringsverktyg

Intressant teknik

Mathtype – ett slags verktyg för att redigera matematiska ekvationer och kemiska formler i bland annat Word. Verktöget ska fungera tillsammans med skärmläsare och det går bra att navigera bara genom att använda tangentbordet. Ekvationerna blir bilder med `` HTML-taggar och det skapas även automatiskt en text till ALT-attributet som ska vara så likt hur man i vardagligt språk skulle uttrycka ekvationen. Verktöget har dock i dagsläget inget stöd för svenska och för att skriva formler så använder man sig av LaTeX eller MathML och inte AsciiMath som svenska elever är vana vid [35].

Tactile View – en programvara för att skapa taktila bilder i .bpx-format som kan skrivas ut både med punktskrivare och på svällpapper. Bilder som importerats in i programmet behöver vara i formaten txt, .svg, .jpg, .png, .bmp, .tiff eller .gif. Programvaran kan till exempel användas för att skapa grafer med punktskrift och skriva ut dessa. Det finns även en internationell katalog med färdiga bilder att skriva ut [36].

Dotpad och Graphiti – båda dessa är en sorts punktskriftsskärm med en stor yta med 2400 stift som kan vara upphöjda eller nedsänkta på skärmen för att skapa taktila bilder eller text i punktskrift [32],[37]. Graphiti tillåter även användaren att skapa taktila bilder genom att “rita” med fingret på skärmen så att stiften höjs upp där fingret har varit och dess stift kan ställas på flera olika höjder [32].

Mathpix – Mathpix har bland annat tagit fram Snip, en AI-driven PDF-läsare som kan digitalisera och skapa tillgängligt material för elever, inklusive matematiska uttryck. Dokumenten är skärmläsarvänliga, exporterbara till format som MS Word, konverterbara till punktskrift och kompatibla med alla LMS (learning management system eller lärplattform). Snip har en funktion där man bland annat kan ta en bild på ett handskrivet matematiskt uttryck eller en skärmdump från ett renderat matematiskt uttryck på datorn och få det uttryckt med AsciiMath [38].

Math that feels good – ett amerikanskt projekt som tar fram en metod för att böcker, framför allt matematikböcker, med dagens teknik snabbt och enkelt ska kunna anpassas så att elever inte behöver vänta flera månader på att få sitt läromedel [39].

Desmos – Desmos studio har flera olika matematiska verktyg, bland annat en grafräknare. Grafräknaren har anpassats för att till exempel fungera med skärmläsare och kortkommandon, ge användaren möjlighet att lyssna på graferna och att tabba mellan intressanta punkter på grafen och få höra deras koordinater [40].

Highcharts – används för att skapa bland annat interaktiva diagram och med dess tillgänglighetsmodul så går det att navigera och interagera med datapunkterna, menyerna och andra kontroller endast med hjälp av tangentbordet. Detta ska göra det enklare för användare med blindhet att lyssna på informationen i diagram på ett smidigare sätt, göra det möjligt att skapa taktila diagram. Det har även startats ett samarbete för att skapa möjligheten att ta in information från diagrammen med hjälp av ljud [41].

Talking Tactile Tablet – en touchplatta som ger en taktil bild, med hjälp av svällpapper, och ljudåterkoppling. Genom att lägga en svällpappersbild med t.ex ett diagram, som tagits fram för att användas tillsammans med plattan, på den så kan man sedan genom att röra på

svällpappersbilden få en muntlig beskrivning av den del av diagrammet man rör vid [31].

Programmeringsverktyg

Codetalk – ett plugin skapat under ett Microsoft-projekt för att förbättra upptäckbarhet, navigerbarhet, uppmärksamhet och överblickbarhet för utvecklare med blindhet som jobbar med programmering i Visual Studio Code [42].

Code jumper – en pedagogisk leksak som lär elever med blindhet eller synskada blockprogrammering med hjälp av fysiska moduler som kopplas ihop. Barn lär sig inte bara grundläggande programmeringskoncept, såsom sekvens, iteration, urval och variabler, utan uppmuntras även att använda datalogiskt tänkande, till exempel som att lösa samma utmaning på flera sätt [43].

Scratch – världens största kodningssamfund för barn och ett programmeringsspråk med ett enkelt visuellt gränssnitt som låter unga människor skapa digitala berättelser, spel och animationer. Scratch främjar datalogiskt tänkande, problemlösningsförmåga, kreativ undervisning och inläring, möjligheten att kunna uttrycka sig själv och samarbete. Scratch är dock baserad på att blocken placeras ut med hjälp av “drag n’ drop”-tekniken och output från koden ges framför allt visuellt [44].

Accessible blockly – ett tillgängliggörande av Blockly-biblioteket som tillåter användare att skapa och navigera i blockbaserad kod med hjälp av en skärmläsare och ett tangentbord [45]. I Accessible Blockly placeras block på arbetsytan genom att man först väljer den plats på arbetsytan dit man vill att blocket ska hamna, då dyker en meny upp och där väljer man vilket block man vill placera ut [15].

Visual Studio Code – en IDE med stöd för utvecklingsoperationer såsom felsökning, körning av uppgifter och versionskontroll. VS Code tillhandahåller de verktyg en utvecklare behöver för en snabb “koda-bygga-felsöka”-cykel. Den har många funktioner för att göra redigeraren tillgänglig för alla användare, två exempel är navigering endast med tangentbord och att redigeraren har optimerats för skärmläsare [18].

Edison robot – en programmerbar robot som programmeras antingen med streckkod, två olika typer av blockprogrammering eller kodning med text i Python, där en variant av blockprogrammeringen är baserad på Scratch. Roboten har tre knappar, en för att spela in programmet, en för att stoppa programmet och en för att köra programmet. Edison kan både ge ljud ifrån sig som output och reagera på höga ljud. Via en streckkod kan man aktivera funktionen där till exempel en klapp med händerna får roboten att svänga höger och två klapp får den att köra framåt och stanna. Det går även att fästa legobitar på roboten för att skapa olika kreationer och personifiera den [26].

Blue-Bot – en golvrobot lämpad för arbete med riktningsspråk, programmering, samarbete, felsökning och logiskt tänkande. Roboten programmeras enkelt med knapptryckningar på ovansidan eller med hjälp av en lärplatta. Den kan köra framåt och bakåt, svänga 90 grader åt höger eller vänster samt spela upp ett standardljud eller ljud som eleverna själva har spelat in. Eleverna kan också spela in ljud för att spela upp när varje knapp trycks, vilket gör den mer tillgänglig för alla elever [25].

micro:bit – ett slags mikrokontrollerkort med LED-ljusdisplay, knappar, sensorer och många in-/utgångsfunktioner som att man till exempel genom en skakning kan få den att spela upp ett ljud som output. micro:bit går till exempel att programmera med hjälp av blockprogrammering med Microsoft MakeCode eller med Pythons kodredigerare, den kan även kopplas ihop med ens Scratchprojekt [28].

Arduino – ett mikrokontrollerkort som till skillnad från micro:bit behöver kopplas ihop med exempelvis en robot med hjälp av elektroniska kretsar. Man kan tala om för kortet vad den ska göra genom att skicka en instruktion till mikrokontrollern, till exempel trycka på en knapp och omvandla det till en output såsom att aktivera en motor eller tända en lysdiod. Arduino har sitt eget språk och miljö men programmet kan utökas med C++ bibliotek och MicroPython [29].

Quorum – ett evidensbaserat programmeringsspråk som används av många utländska skolor för blinda för att lära ut programmering. Det är utformat för att vara tillgänglig för alla, särskilt för personer med blindhet som använder en skärmläsare. Det finns lektioner för grundläggande och avancerad datorkunskap genom ljudapplikationer och guider som är tillgängliga i punktskrift [46].

Microsoft MakeCode – en gratis online-lär-att-koda-plattform där alla kan bygga spel och koda anordningar. I MakeCode kan man både lära sig blockprogrammering och textbaserad programmering [47]. Flertal skärmläsare kan användas och menyerna, JavaScript-redigeraren och dokumentationen är även tillgängliga med hjälp av tangentbordet samt att det finns ett färgläge med hög kontrast. Dock är inte blockprogrammeringsredigeraren tillgänglig än [48].

LEGO Mindstorm – en byggsats i LEGO där man använder blockprogrammering baserat på Scratch, för att ge liv åt de motoriserade robotar och fordon som man kan bygga av LEGO. Det finns även Python-stöd för mer avancerade kodare [27].

Blocks4All – en blockprogrammeringsmiljö skapad för att användas tillsammans med Wonder Workshops robot Dash och vara anpassad för användare med blindhet. Appen finns tillgänglig för Apple-produkter på Appstore. Appen kan användas i kombination med VoiceOver, Switch Control och Voice Control och har stora fyrkantiga block som placeras genom att blocket först väljs för att sedan välja var det ska placeras.

Blocken skapar en kod från vänster till höger [49]. Det verkar dock inte gå att få koden uppläst, mer än att hoppa från block till block, eller att testa den på något vis utan att använda roboten Dash.

Mejlkonversationer

Scratch

På frågan hur Scratch jobbar med tillgänglighet för barn med synskador svarade de att tillgänglighet är väldigt viktigt för dem och att de konstant jobbar med förändringar för att säkerställa att Scratch är tillgängligt för alla barn. Mer konkret jobbar deras team med nya sätt att visa block på för att bättre stötta "scratchers" med synnedsättning och färgblindhet. Vid frågan om de gjorde någon förbättring för blinda, svarade de att deras team för närvarande arbetar med deras skärmläsarstöd för deras online-gemenskap och webbplats. De avslutade med att säga att de ser fram emot att utveckla framtida innovativa funktioner för att ge ytterligare tillgång till kreativt kodande med Scratch.

Hands-On Science

Hands-On Science AB erbjuder läromedel, material och produkter samt kompetensutveckling för kreativ inlärning [50]. Vid frågan vad i deras utbud som är populärast inom matematik och programmering svarade de att Blue-Bot är otvetydigt nummer ett och att även LEGO Education Spike är populär i grundskolan samt att micro:bits används i grundskolor och på gymnasium. De tror att även Arduino används på gymnasieskolor. Gällande matematik har de ingen direkt storsäljare mer än att många använder räknefigurer och laborativt material i stor utsträckning, såsom tärningar i olika storlekar i mjukt material, timglas, timers och klockmaterial.

På frågan om de vet om några bra metoder och verktyg för att lära ut programmering som skulle kunna fungera bra för elever med grav synnedsättning, framför allt inom blockprogrammering, svarade de att de inte hade någon direkt lösning på det utan hänvisade till micro:bit med förslaget att det kanske kunde användas i något annat program för att bli mer tillgängligt.

Skolverket – Undervisningsrådet

Skolverket fick frågan om vad gymnasielärarna får lära sig för metoder, teknik, IDE:er och programmeringsspråk, i deras kurser, där en anställd från undervisningsrådet svarade. För metoder och teknik tänkte hen på didaktiska metoder och menade att det inte går att peka ut enskilda didaktiska metoder men att det finns återkommande didaktiska verktyg såsom parprogrammering, omarbeta befintlig kod till nya utformningar,

felsöka i befintlig kod och förbättra samt att förbättra kod genom att lägga in alternativ, repetition och eventuellt funktioner.

Vad gäller programmeringsmiljö och programmeringsspråk är Python vanligast, men det förekommer även andra språk i utbildningarna som Skolverket håller för lärarna. Deras kurser erbjuder lärarna kompetensutveckling och utifrån de kompetenser som lärarna utvecklar planerar de sin undervisning, men de får inget material att ta med sig till undervisningen. Den kurs som i högst utsträckning vänder sig till gymnasielärare är "introduktion till programmering i textbaserad miljö", där lärarna får utveckla kunskap i att arbeta med programmering i relation till undervisningen, framför allt i matematik. Hen påpekar att de ramar som de ger lärosäten handlar om innehållet i kursen (där det finns en ramkursplan för detta) och inte så mycket om metoder, teknik och anpassningar.

Edison

Team Edison kontaktades med frågan om ifall de har arbetat med tillgängligheten kring deras robot och programmeringsspråk EdBlocks för att underlätta för en användare med blindhet.

De svarade att de tyvärr inte riktigt har tittat noggrannare på hur de ska öka tillgängligheten för just den målgruppen och att de är medvetna om att "drag n' drop" tyvärr inte är en tillgänglig metod för att placera blocken. De är dock öppna för att ta emot förbättringsförslag för att öka tillgängligheten.

micro:bit

micro:bit Educational Foundation kontaktades med frågan om ifall de har arbetat med tillgängligheten för micro:bit och dess programmeringsmöjligheter, framför allt med fokus på användare med blindhet. De framför att de jobbar hårt tillsammans med deras partners för att se till att deras IDE:er är tillgängliga för alla användare. I dagsläget så ska MakeCode vara tillgänglig med utvecklingsmiljön för JavaScript medan miljön för blockprogrammering tyvärr inte är det.

De nämner dock att Microsoft jobbar med en experimentell blockbaserad miljö som primärt är tänkt för unga användare med olika funktionsvariationer och behov. Denna kallas MicroCode och har en knapp längs ner på sidan som gör att kommandona läses upp när man för musen över dem och miljön ska även fungera tillsammans med skärmläsare. Denna miljö fungerar dock bara tillsammans med micro:bit V2 och är fortfarande en prototyp. De är öppna för att ta emot översättningar från användare för att kunna se till att MicroCode är tillgänglig på så många språk som möjligt.

De framför även att deras senaste miljö för Python enligt användare ska fungera relativt bra med skärmläsare. Sist säger de att de är medvetna

om att där finns mer jobb att göra för att göra programmering tillgängligt för alla och tipsar om att ställa frågor i deras forum för att få tips på hur andra användare har gjort.

Code.org Support

Code.org är en ideell organisation som arbetar för att sprida datavetenskap i alla skolor och tillhandahåller kurser med en bred läroplan för att lära ut datavetenskap i grundskolan [51]. De fick frågorna hur de undervisar blockprogrammering för elever med blindhet eller synnedsättning och vilka utvecklingsmiljöer eller verktyg som de använder samt om de vet om det finns några utvecklingsmiljöer för elever med blindhet eller synnedsättning som har fått ett genombrott och som används i amerikanska skolor. Svaret blev en hänvisning till sidan för tillgänglighet på deras webbplats [52] där det framgår att de arbetar med tillgänglighet och hur de gör det. Bland annat har de ett samarbete AccessCSForAll där de har tagit fram en tillgänglig version av deras läroplan i Quorum samt att de har interna text-till-tal-funktioner som är aktiverade i många lektioner i instruktionspanelen. AccessCSForAll arbetar för att öka deltagandet av elever med funktionsnedsättningar i grund- och gymnasieutbildning inom datoranvändning.

Övriga organisationer som kontaktades utan framgång var Perkins school for the blind, Vision Impairment Centre for Teaching and Research (Victar), Royal society for blind children (RSBC), American printing house for the blind (APH), American foundation for the blind (AFB) och AccessCSForAll.

Diskussion

Studien anses ha varit framgångsrik på det vis att mycket information har samlats in som kan ligga till grund för fortsättningsstudier och projekt. Tidplanen gick inte att följa fullt ut utan arbetet tog cirka en månad längre att utföra än vad som hade förväntats. Det var framför allt att till en början sätta sig in i den kunskap som redan finns kring dessa elevers lärmiljö och förstå vad det till exempel vanligtvis finns för stöd, hjälpmedel med mera att tillgå, att få tag på deltagare och samla in svar från dem samt att sammanställa allt i en rapport, som tog längre tid än väntat.

Den data som har samlats in är mer av kvalitativ än kvantitativ karaktär då det är få deltagare och då flera av frågorna mer handlar om deltagarnas erfarenheter, åsikter och synpunkter. Deltagandet av 13 lärare till elever som är punktskriftsanvändare samt fem elever anses inte vara tillräckligt för att kunna dra några generella slutsatser kring målgruppen. Framför allt när det kom till programmering så var det väldigt få av deltagarna som hade erfarenhet av programmering och kunde uttala sig om detta samt när det kommer till matematiken så kunde deltagarna bara uttala sig kring de matematiska områden som de hade erfarenhet av att jobba med. Samtidigt sträcker sig studien hela vägen från lågstadiet och upp till gymnasiet i två olika ämnen och handlar om studier för elever vars behov kan se väldigt annorlunda ut från person till person, vilket gör det ännu svårare att dra generella slutsatser. Det relativt låga deltagandet av elever och lärare var trots att elva taltidningar annonserade om studien, åtta syncentraler informerade om den, SPSM skickade ut frågeformulär samt att SRF, US och FFSS delade information om studien. Det anses därför inte att det var på grund av dålig spridning av information om studien, utan snarare att det är en liten målgrupp och ett lågt intresse av att delta, som gjorde att fler deltagare inte hittades.

En annan fundering kring deltagandet är ifall de personer som upplever studierna eller undervisningen i matematik och programmering som mer utmanande eller har haft negativa erfarenheter, var mer benägna att delta i studien för att kunna påverka och att den bilden som ges i denna studie då kan vara något mer negativ än vad den generella bilden egentligen är.

Andra saker som kan ha påverkat studien är att de som utfört studien tyvärr inte har haft tillgång till vare sig skärmläsare eller punktskriftsskärm och därför själva inte har kunnat undersöka bland annat hur olika blockprogrammeringsmiljöer fungerar tillsammans med dessa samt att

de läromedel som har granskats har enbart varit de digitala lärarhandledningarna till läromedlen. Detta gör att den information kring tillgänglighet för olika programmeringsverktyg som framförs framför allt är baserad på den information som ges av företaget som står bakom samt att den information som framförts kring de anpassade versionerna av läromedel enbart kommer från studiedeltagarna eller personal på SPSM.

Något som anses vara intressant är att jämföra är vad personal på SPSM, elever och lärare tror kan ligga bakom att en del elever som är punktskriftsanvändare inte når upp till sin fulla potential inom ämnena matematik och programmering. För att sammanfatta så tror många på SPSM att det beror på att många elever får stor del av sin utbildning från till exempel resurspersoner som inte är utbildade i att undervisa i ämnet, samt att de som undervisar inte har tillräcklig kunskap och erfarenhet av hur man på bästa sätt undervisar en elev som är punktskriftsanvändare.

Lärare håller med om vikten av att lärare och resurser får den utbildning som behövs men lägger mer vikt vid bland annat att både eleverna, lärarna och resurserna behöver förstå sig på elevernas digitala hjälpmedel bra för att dessa inte ska hindra utbildningen av eleven, vikten av att rätt uppgifter väljs ut till eleven, då punktskriftsanvändare inte hinner med att räkna lika många uppgifter och har dessutom svårare att räkna hemifrån på fritiden då man kanske inte har tillgång till allt det man behöver hemma, samt att eleven inte ska få för mycket hjälp för att man tänker att man ska spara tid eller vara snäll mot eleven.

Även eleverna håller med om vikten av lärarens kunskaper när det gäller att till exempel syntolka och kring elevens hjälpmedel. Eleverna nämner även vikten av att inte byta resurs för ofta då det samarbetet som växer fram och den erfarenheten som resursen får under tiden tillsammans är av stor vikt. Utöver det så nämner eleverna att det är av betydelse att läraren är lyhörd och ser till att eleven verkligen förstår i stället för att stressa fram för att hänga med i klassens tempo samt att det underlättat för dem ifall svällpappersbilderna blev tydligare.

Den gemensamma åsikten är alltså att en av anledningarna kan vara att personalen som jobbar med eleven i ämnena inte har eller hinner få den kunskap och erfarenhet både när det gäller undervisningen och hjälpmedlen som krävs för att ge eleven rätt förutsättningar.

Hur man ska kunna förbättra personalens kunskap och erfarenhet är dock en svår fråga. Enligt personal på SPSM finns det inte mer än ca tio elever per årskurs som är punktskriftsanvändare och de är utspridda i Sverige vilket leder till att en lärare sällan stöter på en elev som är punktskriftsanvändare mer än en gång i sitt yrkesliv och den kunskap och erfarenhet som läraren bygger upp under tiden kommer därför inte till nytta för fler elever i samma situation. Det är också ofta med kort varsel som en lärare får veta att hen kommer att få en elev som är

punktskriftsanvändare i klassen, vilket gör det otroligt svårt att ta in den kunskap som krävs innan undervisningen av eleven ska börja. Personalen på skolan får då testa sig fram och lära sig under tiden. Det är alltså inte en helt enkel situation för lärarna och frågan är ifall det är rimligt att förvänta sig att lärarna med så kort erfarenhet och snabbt intagen kunskap ska kunna göra ett tillräckligt bra jobb för att ge eleverna rätt förutsättningar. Med dagens teknik och framstegen som gjorts inom distansundervisning under Covid-pandemin så kanske det skulle vara möjligt att se till att personer med rätt kunskap och erfarenhet kan ta större del i elevernas undervisning trots att de är utspridda i landet.

Vad gäller att lärare inte har erfarenhet sedan tidigare finns det dock två undantag som har stötts på under studien i form av Ekeskolan, för elever i grundskolan med både synnedsättning samt ytterligare funktionsnedsättning [53], och Glimåkra folkhögskola, som har en preparandkurs för elever med synnedsättning som är 16–20 år [54]. Där förekommer det undervisning speciellt inriktad på elever som är punktskriftsanvändare och där personalen då skapar sig lång erfarenhet som kommer till nytta för flera elever.

I övrigt är det troligtvis personalen på SPSM som är de som har störst erfarenhet och kunskap kring utbildningen av punktskriftsanvändare och personal på syncentraler som kan mycket om elevernas digitala hjälpmedel. Deras kunskap skulle troligtvis behöva spridas på ett mer effektivt sätt, kanske ett forum där lärare kan dela sina kunskaper med varandra och där även SPSM och syncentraler kan vara aktiva.

SPSM håller i utbildningar som personal på skolorna kan gå och de håller även i kurser i bland annat datorkunskap där elever tillsammans med resurs jobbar med att lära sig att använda sina datorer men det skulle eventuellt behövas mer.

Vad gäller hjälpmedlen så uttrycker både lärare och elever att det är ett problem att det i vissa fall är personalen som har för låg kunskap kring elevens dator för att kunna hjälpa till när hinder uppstår och att det i andra fall är eleverna som kan sina datorer för dåligt så att det hindrar dem i sin utbildning. Problematiken med hjälpmedlen stjäl för mycket tid av ämnet som ska undervisas. Då det är uppenbart att god förståelse för elevens hjälpmedel och dator är av stor vikt för både elever, resurser och lärare, är det viktigt att både SPSM och syncentraler försäkras sig om att elever, resurser och lärare får den kunskap som krävs för att inte bli begränsade.

Tid är något som kom upp i samtalen, framför allt med lärarna, och som även kom upp i litteraturstudien. För att göra lärmiljön bättre så hade det troligtvis behövts mer tid till förberedelser inför att läraren ska börja undervisa eleven så att hen hinner gå kurs hos SPSM, bekanta sig med vad det finns för hjälpmedel som kan användas, för att ha samtal med

elevens tidigare pedagoger för att bli insatt i den specifika elevens preferenser och behov och för att hinna beställa hem det material som behövs i form av anpassat läromedel, laborativt material och hjälpmedel samt att bekanta sig med dessa, innan eleven börjar. Det behövs troligtvis även mer tid för läraren medan hen har eleven till att planera lektionerna, jobba på samarbetet med resurs, specialpedagog eller annan typ av personal och till egentid med eleven för att till exempel förbereda eleven inför vad som ska göras i helklass, låta hen bekanta sig med material och ge specifik träning där det behövs. För att hinna med detta skulle lärarna behöva dra ner på tiden för andra uppdrag i tjänsten för att inte behöva arbeta mer än 100 %.

Eleverna skulle kunna dra nytta av något utökad tid inom ämnena för att få den här egentiden med läraren. En av eleverna i studien beskrev hur hen har en stödtimme i veckan med sin lärare i matematik vilket har varit lyckat och uppskattat. Sådana insatser kan minska risken för att eleven inte klarar av att följa takten i klassen och hamnar i en situation där stor del av undervisningen utförs av resursen. Om eleven inte följer takten i klassen och därför inte tar del av undervisningen i helklass till lika stor del kan hen även gå miste om det kommunikativa och kooperativa lärandet och att lära sig att prata matematik med sina klasskamrater för att få en djupare förståelse.

Utan insatser för extra tid så ökar risken för att läraren blir frestad att ta genvägar som kan vara till nackdel för eleven längre fram. Genvägar så som att eleven får lite för mycket hjälp för att hen ska hinna med uppgifterna, att man inte tränar tillräckligt med eleven på att läsa av svällpappersbilder med mera.

Annat som kan behöva göras för att minska tidsbristen och generellt underlätta för punktskriftsanvändare är att till exempel utveckla ett program där man kan skriva in sina svar och uträkningar på samma ställe som räkneuppgifterna står på, för att inte behöva byta mellan program och kopiera över informationen från uppgifterna, något som SPSM redan har ett projekt för som börjar med att göra en övningsbok för ämnet Svenska.

Idag finns det mycket digitala läromedel och funktioner för seende elever för att på ett smidigt sätt jobba med matematik på datorn och även om det nya tillgänglighetsdirektivet inte inkluderar läromedel i Sverige så har i alla fall ett av de förlag som saken diskuterats med sagt att de väljer att ändå jobba mer med tillgängligheten och planerar att följa WCAG. Det skulle dock vara bra ifall förlagen kan få hjälp på traven av till exempel SPSM som har stor erfarenhet av att anpassa läromedel och säkert kan, genom att sprida sina erfarenheter till förlagen, göra att fler läromedel blir mer tillgängliga från början och inte kräver lika stora insatser från SPSM i efterhand.

En till sak som kan minska tidsbristen och ge eleverna bättre förutsättningar i matematik är om svällpappersbilderna, framför allt för grafer och koordinatsystem, kan göras tydligare då flera elever och lärare har påpekat att de får göra egna versioner där man förstorar upp och förtydligar linjer för att eleverna lättare ska kunna läsa av. Vad gäller svällpappersbilderna så har även flera lärare påpekat att det hade sparat dem mycket tid ifall det på bilderna någonstans även kunde stå i svartskrift vilken uppgift de tillhör. Det skulle göra det enklare för dem att hjälpa eleven och att lägga tillbaka bilderna i rätt ordning i pärmen när de har trillat ut.

På tal om bilder så är detta något som används mycket, framför allt i läromedel för yngre elever för att göra det roligare. Av samtalet med SPSM framgick det att det inte riktigt finns något bra alternativ till att ersätta dessa bilder med. Detta kan medföra att läromedlen blir tråkigare för elever som är punktskriftsanvändare vilket eventuellt kan påverka intresset för ämnet, varför det anses viktigt att jobba med att göra de anpassade läromedlen roliga och engagerande.

Något annat som är gjort för att vara lekfullt och roligt för elever i yngre åldrar är programmeringsövningar. De övningar som man oftast startar med, där man programmerar varandra och enkla robotar såsom Blue-Bot, verkar fungera bra även för elever som är punktskriftsanvändare medan steget efter med blockprogrammering inte alls är lika tillgängligt. Utvecklingsmiljöerna är gjorda för att vara roliga där output från blockprogrammeringen ofta är en animation eller likande som en elev med blindhet inte kan ta del av samtidigt som utvecklingsmiljöerna ofta även använder sig av "drag n' drop". Att som punktskriftsanvändare få jobba i en sådan miljö kan säkert påverka intresset för programmering på ett negativt sätt.

Enligt studierna om programmering samt svaren från olika utvecklare av blockprogrammeringsverktyg så är tillgängligheten något som flera av dem jobbar med men man har inte kommit tillräckligt långt ännu. I dagsläget är de blockprogrammeringsverktyg som verkar bäst anpassade Code Jumper och Blocks4All, men det kommer troligtvis att komma fler anpassade verktyg för blockprogrammering. Frågan är dock ifall ett program som enbart är på datorn kommer att ge lika mycket för en punktskriftsanvändare som till exempel Code Jumper där det finns fysiska delar att känna på. Om en elev har fått börja med att använda Code Jumper kan det eventuellt vara enklare att sedan gå vidare till blockprogrammering där blocken enbart är på datorn för att man då redan, med hjälp av Code Jumpers fysiska moduler, har fått en förståelse för konceptet blockprogrammering och hur blocken kopplas till varandra i koden. I textprogrammeringen är det såklart helt datorbaserat men frågan är ifall det ska vara det redan i blockprogrammeringen också då eleverna fortfarande är relativt unga och man därför kanske ska undvika att bli för teoretisk för tidigt. Code Jumper är dock i den övre

prisklassen för programmeringsverktyg vilket kan påverka skolornas vilja och förmåga att köpa in, medan Blocks4All är en gratis app men den kräver att man köper in roboten Dash, som är något dyrare än en BlueBot. Båda dessa verktyg är troligtvis bara tillgängliga på engelska.

Slutsatser

Vilka befintliga läromedel, metoder och tekniker, digitala respektive analoga, finns och i vilken omfattning används de?

Det anses inte vara till nytta att svara på frågan genom att lista till exempel alla anpassade läromedel som finns och många av de metoder som finns för att lära ut matematik i grundskolan är redan bra sammanställda i SPSM:s *Räkna med mig*. Matematiken i gymnasiet bygger sedan mycket på grundskolematematiken och här handlar det troligen snarare om att hitta metoder för att hantera att uträkningarna och ekvationerna blir längre och svårare att hålla i huvudet samt att grafer och geometriska bilder blir mer komplexa, vilket ställer krav på en bra förmåga att läsa av svällpappersbilder.

Angående vilka läromedel som används i störst omfattning så är de mest populära läromedlen för matematik i svenska skolor för åk 1–3 Favorit Matematik, för Åk 4–6 Matematik Alfa, Beta Gamma, för åk 7–9 Matematik X, Y, Z samt för gymnasiet Matematik 5000. Det antas att de vanligaste metoderna är de metoder som dessa läromedel tar upp och i de fall dessa inte fungerar för elever som är punktskriftsanvändare så används framför allt de metoder som SPSM föreslår. Det finns dock för många metoder för alla möjliga områden i matematiken för att kunna gå in på detta i detalj i denna studie.

När det kommer till programmeringen så är detta ett område där det var mycket svårare att hitta information och det blev ett väldigt lågt deltagande av lärare och elever som jobbar med programmering. Det verkar dock som att man i de lägsta åldrarna brukar börja jobba med olika former av analog programmering och enkla robotar så som Blue-Bot och att dessa metoder överlag är inkluderande för elever som är punktskriftsanvändare. För äldre elever som jobbar med textprogram så är det att välja en tillgänglig utvecklingsmiljö, att hitta rätt inställningar med mera för att miljön ska fungera bra tillsammans med elevens hjälpmedel samt att lära sig kortkommandon och att navigera i miljön som är det viktiga. Vad gäller textprogrammeringen så är den information som vi hittat, med den lilla data som samlats in, att Visual Studio Code verkar vara vanligt förekommande och det är också för den miljö som det har hittats mest information kring hur man gör den tillgänglig.

Blockprogrammering är ett svårare område och här verkar Scratch och Blockly vara några av de mest använda miljöerna men ingen av dem har kommit tillräckligt långt med tillgängligheten i dagsläget. Här är Code Jumper den teknik som enligt den information som hittats verkar mest lovande men som tyvärr inte verkar användas i Sverige.

Slutligen anses det att det i många fall inte är en brist på anpassade läromedel, metoder och teknik som är problemet utan att lärare inte alltid får reda på vad som finns, tillgång till det som finns och tid att lära sig hur man använder det på bästa sätt. Detta bland annat på grund av tidsbrist och att lärarna inte har erfarenhet av målgruppen sedan tidigare. Kurserna som SPSM håller i, *Räkna med mig* samt stödet från Resurscenter Syn hjälper till med detta men det krävs troligtvis mer och ett dokument motsvarande *Räkna med mig* men för programmering skulle troligtvis vara till hjälp för att det som finns för just programmeringen ska komma till användning på ett bra sätt.

Varför fungerar vissa läromedel och metoder bra respektive mindre bra för punktskriftsanvändare? Har det att göra med teknik, material och/eller lärsituationer?

Varför vissa läromedel och metoder fungerar mer eller mindre bra kan troligtvis ha att göra med både teknik, material och lärsituationer, men det kan vara olika från fall till fall. En metod kan till exempel vara bra i sig men om den som använder metoden för att lära ut inte själv har den utbildning eller erfarenhet som krävs så finns det såklart risk för att utfallet inte blir bra. I andra fall såsom med grafer på svällpapper så verkar det som att materialet skulle behöva bli bättre för att fler elever ska kunna dra nytta av dem. I ett tredje fall som med blockprogrammeringen så är det de tekniska verktyg som används i blockprogrammeringen i Sverige som idag inte har kommit tillräckligt långt i att anpassas för alla användare. Det kan även ha att göra med elevens förkunskaper och erfarenheter från tidigare studier. För en elev med goda förkunskaper kan läromedel och metoder fungera bra redan från början jämfört med en elev med sämre förkunskaper som kan behöva mer träning eller ta ett steg tillbaka. Hur tidigare användning av teknik och material har sett ut samt hur lärsituationen har varit kan alltså spela roll.

Att många av de läromedel och metoder som finns och används inte är lika roliga och att det inte finns ett lika brett utbud av metoder och läromedel som för seende elever kan också påverka på det vis att eleverna som använder punktskrift inte fattar tycke för ämnena matematik och programmering och därför presterar sämre. Detta när läromedlen inte gör det roligt för dem och då man inte alltid har ytterligare

en tillgänglig metod att testa ifall en eller flera metoder visar sig vara ineffektiva för en specifik elev.

Förbättringspotential

Svällpappersbilder – bilderna för grafer och koordinatsystem skulle enligt elever och lärare behöva förbättras med större rutnät och tydligare linjer. Eventuellt skulle man kunna välja något annat än svällpapper för att illustrera grafer. Någon annat som hade kunnat göras bättre är att göra det enklare för personalen att snabbt identifiera vilken uppgift de olika bilderna tillhör då flera upplever detta som ett problem.

Tillgänglig blockprogrammering – de utvecklingsmiljöer som används i Sverige idag är inte tillräckligt bra anpassade för elever som är punktskriftsanvändare.

Matematiska uttryck på dator – det hade varit fördelaktigt att se till att skärmläsare och punktskriftsskärm kan läsa av och återge matematiska uttryck med mera på ett bra sätt även om de är skrivna i till exempel MathML och inte med AsciiMath. Det skulle även vara fördelaktigt om man som punktskriftsanvändare kan få sina matematiska uttryck visualiserade för seende så som med till exempel MathType, som idag inte fungerar på svenska. Några av deltagarna i studien påpekar nämligen att det är synd att Words ekvationsverktyg tyvärr inte fungerar att använda som punktskriftsanvändare.

Information om programmering för punktskriftsanvändare – enligt vad som hittats saknas det en bra sammanställning av hur man lär ut programmering till elever som är punktskriftsanvändare, vilket den lärare som har varit med i denna studie håller med om. Hen uttrycker att hen även saknar information och läromedel där innehållet är anpassat för punktskriftsanvändare.

Utbildning av personal – både lärare och resurser skulle troligtvis dra nytta av mer stöd och utbildning kring hur de ska göra det så bra som möjligt för en elev som är punktskriftsanvändare och få hen att uppnå sin fulla potential. Kanske skulle det även bli obligatoriskt att personalen som ska hjälpa till i elevens utbildning går kurs hos SPSM och har kontinuerliga samtal med Resurscenter Syn.

Avlastning lärare – lärare skulle troligtvis behöva någon form av avlastning för att hitta tiden till att göra de anpassningar i undervisningen som krävs och lägga den tid på eleven som behövs så att detta inte hamnar på resursen som inte har rätt utbildning för att undervisa i ämnet.

Anpassade läromedel – det hade troligtvis varit fördelaktigt att jobba mer med att göra läromedlen roliga samt att se till att de läromedel som

lärarna använder till resten av klassen finns i anpassad version så att eleven kan ha samma läromedel som sina klasskamrater. Med ett annat läromedel krävs det även mer arbete från läraren.

Det är många lärare som anser att det skulle vara gynnsamt för både dem och eleven om matematikuppgifter kunde läsas och lösas i samma medium. SPSM har påbörjat ett utvecklingsprojekt för att göra en fristående digital produkt i form av övningsböcker där man ska kunna både läsa uppgifter och svara på dem i samma medium, det finns dock i dagsläget inget sådant projekt för de anpassade läromedlen.

Datakunskap – Eleverna skulle kunna dra nytta av mer träning i att använda sina datorer och kurser i inte bara det mest grundläggande utan att det även fanns en slags fortsättningskurs för att bli bättre och mer självständig i användandet av sin dator så att detta inte begränsar punktskriftsanvändare i deras utbildning.

Kooperativt och kommunikativt lärande – Det bör uppmärksammas att om elever i matematiken inte är i fas med resten av klassen och/eller får mycket individuell undervisning så finns det risk för att de går miste om kommunikativt och kooperativt lärande som andra elever får genom diskussioner i klassen och i par- och gruppuppgifter. Detta kan i sin tur ha en negativ påverkan på elevernas utveckling och förståelse för matematiken.

Referenser

- [1] Visma, ”Tillgänglighetsdirektivet blir lag – så förbereder du dig”, 2022. [Online]. Tillgänglig: <https://www.visma.se/blogg/tillganglighetsdirektivet-blir-lag-sa-forbereder-du-dig/> (hämtad 2023-01-17)
- [2] C. Bigelius, ”Kommunikationens roll i det matematiska klassrummet för elever med blindhet utifrån ett lärarperspektiv”, examensarbete, Mälardalens Högskola, Eskilstuna, Västerås, Sverige, 2017. [Online] Tillgänglig: <https://www.spsm.se/globalassets/funktionsnedsattning/avhandlingar/kommunikationens-roll-i-det-matematiska-klassrummet.pdf>
- [3] U. Vanhoenacker, ”Att tillgängliggöra matematikundervisningen för elever med blindhet – En studie av resurspedagogers arbete av anpassningar i matematik”, examensarbete, Specialpedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm, Sverige, 2016. [Online] Tillgänglig: <https://www.spsm.se/globalassets/ uppsatser/ uppsatser1/ u-vanhoenacker-slutgiltig.pdf>
- [4] A.-C. Larsson, ”Inte bara två ögon! Resurspersoners reflektioner kring sin roll i matematikundervisning för elever med blindhet på gymnasiet”, självständigt arbete 15 hp Specialpedagogik, Specialpedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm, Sverige, 2020. [Online] Tillgänglig: https://www.spsm.se/contentassets/956abc84f24448949ed84139694b3953/intebaratvaogon_sjalvstandigt-arbete_-ann-charlotte-larsson.pdf
- [5] A.-M. J. M. van Leendert, ”Improving reading and comprehending mathematical expressions in braille”, doktorsavhandling, Freudenthal Institute, Faculty of Science, Utrecht University, Utrecht, Nederländerna, 2021. [Online]. Tillgänglig: <https://www.eduvip.nl/cms/files/Proefschrift-Annemiek-van-Leendert.pdf>
- [6] A. Sennerö, ”Är kunskapen att räkna med? En studie av hur punktskriftsläsande elever uppnår målen i matematik i skolår nio”, självständigt arbete 15 hp Specialpedagogik, Specialpedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm, Sverige, 2008. [Online]. Tillgänglig:

https://www.spsm.se/contentassets/956abc84f24448949ed84139694b3953/sennero_ar-kunskapen-att-rakna-med.pdf

- [7] X.-P. Lai, ”Att stödja och undervisa elever med svår synnedsättning eller blindhet i matematik”, examensarbete i fördjupningsämnet Matematik och lärande 15 hp, Malmö universitet, Malmö, Sverige, 2019. [Online]. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1489185/FULLTEXT01.pdf>
- [8] C. Kilhamn, ”Matematiska samtal i undervisningen”, artikel, Skolverket, NCM, 2021. [Online]. Tillgänglig: https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/9-lasa-skriva-rakna/F%C3%B6rskoleklass/410a-Taluppfattning-och-tals-anvandning-f-3/del_06/Material/Flik/Del_06_MomentA/Artiklar/T_F-3_06A_02_klassrumssamtal.docx
- [9] O. G. Klingenberg, A. H. Holkesvik, och L. B. Augestad, ”Research evidence for mathematics education for students with visual impairment: A systematic review”, *Cogent Education*, vol. 6, nr. 1, Jun. 2019, doi:10.1080/2331186X.2019.1626322. [Online]. Tillgänglig: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2019.1626322>
- [10] O. G. Klingenberg, ”Matematikk og elever som bruker punktskrift i opplæringen: en kartlegging av elevgruppen i forhold til undervisningsnivå gjennom førti år, og en dybdestudie av geometrilæring med tre elever i grunnskolen”, doktorsavhandling, Pedagogisk institutt, Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, Trondheim, Norge, Feb. 2013. [Online]. Tillgänglig: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/269779>
- [11] C. Nilholm, ”Attityder och hjälpmedel viktiga i undervisning av synnedsatta”, artikel, Skolverket, Dec. 2011. [Online]. Tillgänglig: <https://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/artiklar-om-forskning/attityder-och-hjalpmedel-viktiga-i-undervisning-av-synnedsatta>
- [12] M. Eng, ”Abakus- något att räkna med?: en studie av räkneramen Abakus användning bland elever med grav synskada i årskurs 1–6”, examensarbete, Specialpedagogiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm, Sverige, 2010. [Online]. Tillgänglig: https://www.spsm.se/contentassets/956abc84f24448949ed84139694b3953/eng_abakus.pdf
- [13] L. R. Milne och R. E. Ladner, ”Position: Accessible Block-Based Programming: Why and How”, *2019 IEEE Blocks and Beyond*

- Workshop (B B)*, Memphis, TN, USA, 2019, ss. 19–22. [Online]. Tillgänglig: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10181520>, Hämtad: 2023-01-18.
- [14] C. Correa de Oliveira, "Designing educational programming tools for the blind: mitigating the inequality of coding in schools", examensarbete, Fakulteten för kultur och samhälle, Malmö universitet, Malmö, Sverige, 2017. [Online], Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1482584/FULLTEXT01.pdf>
- [15] L. R. Milne och R. E. Ladner, "Blocks4All: Overcoming Accessibility Barriers to Blocks Programming for Children with Visual Impairments", i *CHI '18: Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Montreal, Kanada, 2018, ss. 1–10. [Online]. Tillgänglig: <https://milnel2.github.io/files/Blocks4All.pdf>, Hämtad: 2023-01-18.
- [16] V. Potluri, J. Mankoff, J. Devine och Steve Hodges. "Multisensory Physical Computing for the Blind and Visually Impaired", i CHI2021, virtuellt (originally Yokohama, Japan), 2021 [Online]. Tillgänglig: https://www.microsoft.com/en-us/research/uploads/prod/2021/05/CHI2021_WS_rethinking_the_senses.pdf, Hämtad: 2023-01-18.
- [17] *Snowflake_tvi, Accessible Coding-Information on Quorum, an accessible programming language, as well as other resources & information related to blind programmers & coders*, Perkins School for the blind. [Online]. Tillgänglig: <https://www.perkins.org/resource/accessible-coding/> (hämtad: 2023-01-18).
- [18] Visual Studio Code, "Accessibility", 2022. [Online]. Tillgänglig: <https://code.visualstudio.com/docs/editor/accessibility> (hämtad: 2023-01-18)
- [19] E. Schanzer, S. Bahram, och S. Krishnamurthi, "Accessible ASTBased Programming for Visually-Impaired Programmers", i *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, USA, 2019, ss. 773–779. [Online]. Tillgänglig: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3287324.3287499>, Hämtad 2023-01-18.
- [20] CodeMirror, "Extensible Code Editor". [Online]. Tillgänglig: <https://codemirror.net/> (hämtad 2023-01-18).
- [21] E. Ytterbrink, "Foss för Funkisar: möjligheter, utmaningar och ett praktiskt förslag", examensarbete, LTH: Certec – Rehabilitation Engineering and Design, Lunds universitet, Lund, Sverige, 2009

- [Online]. Tillgänglig:
<https://www.lunduniversity.lu.se/lup/publication/1474631>
- [22] C. Hägg et al., *Räkna med mig: Matematikundervisning för elever som använder punktskrift*, Härnösand, Sverige: Specialpedagogiska Skolmyndigheten, 2018. [Online].
Tillgänglig:[https://webbutiken.spsm.se/globalassets/egenproduktion/filer/rakna-med-mig-tillganglig-version.pdf/](https://webbutiken.spsm.se/globalassets/egenproduktion/filer/rakna-med-mig-tillganglig-version.pdf) Hämtad: 2023-01-18.
- [23] Matematikabg, ”Programmering och digital kompetens (PDK)”. [Online]. Tillgänglig:
<https://www.matematikabg.se/lorare/programmering-larare.html> (hämtad: 2023-01-18).
- [24] Lunds universitet: Vattenhallen Science Center, ”Om oss”, 2021. [Online]. Tillgänglig: <https://www.vattenhallen.lu.se/om-oss/> (hämtad: 2023-01-18).
- [25] Hands-on Science, ”Blue-Bot 2.0, bluetooth”. [Online]. Tillgänglig: <https://hos.se/hela-sortimentet/programmering/bee-bot-blue-bot/blue-bot-2.0-bluetooth> (hämtad: 2023-01-18).
- [26] Microbric: Edison, ”Effective, engaging and enjoyable coding education”. [Online]. Tillgänglig: <https://meet Edison.com/> (hämtad: 2023-01-18).
- [27] LEGO, ”Mindstorms: Robotupppinnare”. [Online]. Tillgänglig: <https://www.lego.com/sv-se/product/robot-inventor-51515> (hämtad: 2023-01-18).
- [28] micro:bit Educational Foundation, home page. [Online]. Tillgänglig: <https://microbit.org/> (hämtad:2023-01-18).
- [29] Arduino, ”What is Arduino”. [Online]. Tillgänglig: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> (hämtad: 2023-01-18)
- [30] Specialpedagogiska Skolmyndigheten, ”Anpassning av förlagsutgivna läromedel”. [Online]. Tillgänglig: <https://webbutiken.spsm.se/ansokan-om-anpassning/> (hämtad:2023-01-18).
- [31] Touch Graphics Inc, ”T3 Tactile Tablet”. [Online]. Tillgänglig: <https://www.touchgraphics.com/store/p/t3-tactile-tablet> (hämtad 2023-01-18).
- [32] Orbit Research, ”Graphiti”. [Online]. Tillgänglig: <http://www.orbitresearch.com/product/graphiti/> (hämtad: 2023-01-18).

- [33] Insidevision, "Braille Product: Tactile Braille tablet insideONE". [Online]. Tillgänglig: http://insidevision-us.com/produits_braille_bloc_notes_tablette_insideone_US_01.html (hämtad: 2023-01-18).
- [34] OR3D, "Geomagic Touch". [Online]. Tillgänglig: <https://www.or3d.co.uk/products/hardware/haptic-devices/geomagic-touch/> (hämtad: 2023-01-18).
- [35] Wiris: MathType, "Accessibility" och "Mathtype Office Tools". [Online]. Tillgänglig: https://docs.wiris.com/mathtype/en/mathtype-integrations/mathtype-web-interface-features/accessibility.html#reading_equations_with_screen_reader_software (hämtad 2023-01-18).
- [36] Thinkable, "TactileView Drawing Software". [Online]. Tillgänglig: <https://thinkable.nl/tactileview-drawing-software/> (hämtad: 2023-01-18).
- [37] TechCrunch, "Dot Pad tactile display makes images touchable for visually impaired users", 2022. [Online]. Tillgänglig: <https://techcrunch.com/2022/03/10/dot-pad-tactile-display-makes-images-touchable-for-visually-impaired-users/> (hämtad: 2023-01-18).
- [38] Mathpix, "Create accessible STEM resources". [Online]. Tillgänglig: <https://mathpix.com/use-cases/accessibility> (hämtad:2023-01-18).
- [39] American Institute of Mathematics, Math that feels good: "Creating learning resources for blind students", 2020. [Online]. Tillgänglig: https://aimath.org/aimnews/braille_full/ (hämtad: 2023-01-18).
- [40] Desmos, "Accessibility". [Online]. Tillgänglig: <https://www.desmos.com/accessibility?lang=sv-SE> (hämtad 2023-01-18).
- [41] Highcharts, "Explore Highcharts Accessibility Features". [Online]. Tillgänglig: <https://www.highcharts.com/accessibility/#exploreFeatures> (hämtad: 2023-01-18).
- [42] Microsoft, "Project CodeTalk". [Online]. Tillgänglig: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/codetalk/> (hämtad:2023-01-18).
- [43] APH: Code Jumper, "Code Jumper". [Online]. Tillgänglig: <https://codejumper.com/index.php> (hämtad 2023-11-18).

- [44] Scratch, ”Om Scratch”. [Online]. Tillgänglig: <https://scratch.mit.edu/about> (hämtad: 2023-01-18).
- [45] A. Mountapmbeme, O. Okafor och S. Ludi, ”Accessible Blockly: An Accessible Block-Based Programming Library for People with Visual Impairments”, i *Proceedings of the 24th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Athen, Grekland, 2022, ss. 1–15. [Online]. Tillgänglig: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3517428.3544806>, Hämtad: 2023-01-18.
- [46] *Introduction to Quorum*, Las Vegas, USA: Quorum. [Online]. Tillgänglig: <https://quorumlanguage.com/lessons/guides/IntroductionToQuorum.pdf> (hämtad: 2023-01-18).
- [47] Microsoft, ”MakeCode”. [Online]. Tillgänglig: <https://www.microsoft.com/en-us/makecode> (hämtad: 2023-01-18).
- [48] Microsoft: MakeCode, ”Accessibility”. [Online]. Tillgänglig: <https://makecode.com/accessibility> (hämtad: 2023-01-18).
- [49] L. Milne, ”Blocks4All”, 2021. [Online]. Tillgänglig: <https://milnel2.github.io/blocks4alliOS/> (hämtad 2023-01-19).
- [50] Hands-on Science, ”Om oss”. [Online]. Tillgänglig: <https://hos.se/om-oss> (hämtad: 2023-01-19).
- [51] Code.org, ”Om oss”. [Online]. Tillgänglig: <https://code.org/international/about> (hämtad: 2023-01-19).
- [52] Code.org, ”Code.org’s Commitment to Accessibility”. [Online]. Tillgänglig: <https://code.org/accessibility> (hämtad: 2023-01-19).
- [53] Specialpedagogiska Skolmyndigheten, ”Ekeskolan”. [Online]. Tillgänglig: <https://www.spsm.se/skolalternativ/vara-skolor/ekeskolan> (hämtad 2023-01-18).
- [54] Glimåkra Folkhögskola, ”Preparandkursen för unga med synnedläggelse”. [Online]. Tillgänglig: <https://glimnet.se/kurser/preparandkursen-for-unga-med-synnedleggelse/> (hämtad 2023-01-18).

Bilagor

Bilaga I: Frågeformulär – pedagoger/resurser

Avsnitt 1 av 6

Studie åt Punktskriftsnämnden/MTM för att undersöka vad man idag använder för läromedel, metoder och teknik då man undervisar i matematik och programmering i svenska grund- och gymnasieskolor och hur väl dessa fungerar för punktskriftsanvändare. Visionen är att skapa en flexibel och fungerande lärmiljö för punktskriftsanvändare.

Frågeformuläret är anonymt.

Kan du tänka dig att vara med på en intervju så finns det en fråga för det där du kan få fylla i kontaktuppgifter vilket gör att det inte längre blir anonymt, svaren i formuläret kommer dock inte att kopplas till dig personligen i någon sammanställning av studien. Kontaktuppgifterna kommer bara att användas för att boka och utföra intervju och efter studiens avslut så kommer dessa kontaktuppgifter inte att behållas.

Avsnitt 2 av 6

Allmänna frågor

- Kan du utöver att svara på detta frågeformulär tänka dig att ställa upp på en intervju? Skicka ett mail till info@medow.se eller skriv din mailadress här för att bli kontaktad
- I vilken årskurs undervisar / har du undervisat en elev som är punktskriftsanvändare?
 - Åk 1–3
 - Åk 4–6
 - Åk 7–9
 - År 1–3 på gymnasiet
- Vad har du använt för läromedel i matematik/programmering i klassen?
- Har eleven som är punktskriftsanvändare haft samma läromedel som resterande elever?
 - Ja
 - Nej
- Om den punktskriftsanvändande eleven INTE har haft samma läromedel. Varför inte och vad har eleven haft för läromedel i stället?

- Har du tagit hjälp av SPSM för att anpassa undervisningen?
 - Ja
 - Nej

Avsnitt 3 av 6

Stöd från SPSM

- Vad har du fått för hjälp av SPSM?
- Om du undervisar i matematik, har du tagit hjälp av "Räkna med mig" för att få inspiration för hur du kan anpassa undervisningen? (Hoppa över frågan om du inte undervisar i matematik)
 - Ja
 - Nej
- Vad har du saknat för stöd från SPSM?
- Vad hade SPSM kunnat göra bättre?

Avsnitt 4 av 6

Fortsättning allmänna frågor

- Har du fått stöd och/eller hjälpmedel från andra aktörer än SPSM? Om ja, vilka aktörer och vad har du fått för hjälp?
- Är din elevs synsättning medfödd och hur grav är den?
- Vad undervisar/assisterar du den punktskriftsanvändande eleven i?
 - Matematik med eller utan inslag av programmering
 - Enbart programmering

Avsnitt 5 av 6

Frågor matematik

- Vilket/vilka områden inom matematiken (t.ex. bråk, koordinatsystem, area m.m.) har du upplevt att det varit svårast att anpassa och inkludera eleven som är punktskriftsanvändare i?
- Vad har ni använt för metoder för att lära ut dessa områden och har det varit lyckat?
- Varför tror du att det har varit extra svårt?
- Vad hade kunnat hjälpa dig att göra undervisningen i dessa områden bättre för eleven som är punktskriftsanvändare?
- Vilket/vilka områden inom matematiken (t.ex. bråk, koordinatsystem, area m.m.) har du upplevt att det varit enklast att anpassa och inkludera eleven som är punktskriftsanvändare i?
- Vad har ni använt för metoder för att lära ut dessa områden och har det varit lyckat?
- Vad tror du är anledningen till att det har fungerat bra inom dessa områden?

- Vilka områden inom matematiken (t.ex. bråk, koordinatsystem, area m.m.) har eleven som är punktskriftsanvändare haft svårast att förstå och varför?
- Har det varit något eller några moment i undervisningen (t.ex. genomgångar på tavlan, provtillfällen, grupparbeten m.m.) som har varit utmanande för dig och/eller eleven? Varför?
- Hur har ni underlättat dessa moment?
- Vad hade kunnat göra momenten mindre utmanande?
- Har det varit något eller några moment i undervisningen (t.ex. genomgångar på tavlan, provtillfällen, grupparbeten m.m.) som har fungerat bra för dig och/eller eleven? Varför?
- Vad använder eleven som är punktskriftsanvändare för hjälpmedel? Skriv på "Annat..." de hjälpmedel som saknas på listan!
 - Talande miniräknare
 - Abakus
 - Taktila tärningar
 - Rutnät på svällpapper
 - Koordinatsystem på svällpapper
 - Fysiska geometriska former
 - Ritmuff
 - Taktil linjal
 - Taktilt måttband
 - Taktil gradskiva
 - LEGO
 - Klockor med punktskrift
 - Taktila bilder från SPSM
 - Taktil tallinje
 - Bråktavla
 - Bråkcirklar
 - Ploppark
 - Geobräde
 - 3D-skrivare
 - Blackboard
 - Svällpapersvärmare
 - Hundra- och tusenkedja
 - Taktil termometer
 - Taktil meterpinne
 - Multibas
 - Sorteringsmaterial (material som går att sortera efter storlek, form, tjocklek och vikt)
 - Annat ...
- Har hjälpmedlen fungerat bra? Varför/ varför inte?
- Vad använder eleven för program, hemsidor med mera på datorn? Skriv på övrigt det som saknas på listan!
 - Skärmläsare

- Punktskärm
- Punktskrivare
- Word
- Excel
- Desmos
- MathType
- Annat ...
- Har dessa program, hemsidor med mera fungerat bra? Varför/ varför inte?
- Har du hittat teknik eller metoder som har fungerat bra som du skulle vilja tipsa andra om? Har ni till exempel kommit på egna minnesregler, beskrivit det matematiska området på ett annorlunda vis, använt en bra hemsida eller program?
- Har du inslag av programmering i din undervisning av matematik?
 - Ja
 - Nej

Avsnitt 6 av 6

Frågor programmering

- Om ni lär ut textbaserad programmering på datorn, vilket språk undervisar ni då i?
 - Python
 - Java
 - C++
 - C#
 - Annat ...
- Vad använder ni för verktyg för att programmera? Skriv verktyg som inte fanns med på listan på "Annat..."!
 - Blockly
 - Scratch
 - Quorum
 - Blue Bot
 - Microbit
 - LEGO Mindstorm
 - Code Jumper
 - Pycharm
 - Eclipse
 - Visual studio
 - Visual studio code
 - Annat ...
- Har verktygen fungerat bra? Varför/ Varför inte?
- Har du tips på program/ hemsida för blockprogrammering som fungerar bra med skärmläsare?

- Jobbar ni med programmering utan dator och vad gör ni då? Ge gärna något exempel.
- Var får ni programmeringsövningarna ifrån?
- Vilket/vilka områden inom programmeringen (t.ex. blockprogrammering, debugging, loopar, m.m.) har du upplevt att det varit svårast att anpassa och inkludera eleven som är punktskriftsanvändare i?
- Vad har ni använt för metoder för att lära ut dessa områden?
- Varför tror du att det har varit extra svårt?
- Vad hade kunnat hjälpa dig att göra undervisningen i dessa områden bättre för eleven som är punktskriftsanvändare?
- Vilket/vilka områden inom programmeringen (t.ex. blockprogrammering, debugging, loopar, m.m.) har du upplevt varit enklast att anpassa och inkludera eleven som är punktskriftsanvändare i?
- Vad har ni använt för metoder för att lära ut dessa områden?
- Vad tror du är anledningen till att det har fungerat bra inom dessa områden?
- Vilket område inom programmering (t.ex. blockprogrammering, debugging, loopar, m.m.) har eleven upplevt varit svårast och vad tror du att det beror på?
- Vad har ni använt för metod, hjälpmedel och teknik för att underlätta?
- Har metoder, hjälpmedel och teknik för att underlätta fungerat bra? Varför/Varför inte?
- Hur hade det kunnat bli lättare att programmera och lära ut programmering till punktskriftsanvändare?
- Har ni hittat en bra metod/teknik/program för att eleven ska få tillgänglig feedback på koden?
- Har du någon bra teknik eller metod som ni har hittat på eller övriga tips som du vill dela med dig av?

Bilaga II: Frågeformulär – elever

Studie åt Punktskriftsnämnden/MTM för att undersöka vad man idag använder för läromedel, metoder och teknik då man undervisar i matematik och programmering i svenska grund- och gymnasieskolor och hur väl dessa fungerar för punktskriftsanvändare. Visionen är att skapa en flexibel och fungerande lärmiljö för punktskriftsanvändare.

Kan du tänka dig att vara med på en intervju så finns det en fråga för det där du kan få fylla kontaktuppgifter. Kontaktuppgifterna kommer bara att användas för att boka och utföra intervju och efter studiens avslut så kommer dessa kontaktuppgifter inte att behållas.

Svaren i formuläret och eventuell intervju kommer inte att kopplas till dig personligen i någon sammanställning av studien utan kommer att vara anonyma.

Allmänna frågor

- Kan du utöver att svara på detta frågeformulär tänka dig att ställa upp på en intervju? Skicka ett mail till info@medow.se eller skriv dina kontaktuppgifter här för att bli kontaktad.
- I vilken årskurs går du?
- Har du lätt att följa med under undervisningen?
 - Varför/varför inte?
 - Vad hade kunnat göras bättre?
- Upplever du att undervisningen i matematik och programmering ger dig samma förutsättningar som övriga elever?
 - Varför/Varför inte?
 - Vad skulle du vilja ändra på?

Matematik

- Tycker du att matematik är ett roligt ämne?
- Vad hade kunnat göra matematiken roligare?
- Vad heter din matematikbok?
- Vilket område i matematiken (t.ex. bråk, koordinatsystem, area m.m.) tycker du är lättast att förstå och varför?
- Vilket område i matematiken t.ex. bråk, koordinatsystem, area m.m.) tycker du är svårast att förstå och varför?
 - Hur hjälper din lärare dig att göra det enklare?
 - Hur hade det kunnat bli bättre?
- Är det några moment (t.ex. genomgång på tavla, grupparbete, m.m) som du tycker är mer enklare att ta del av och varför?
- Är det några moment (t.ex. genomgång på tavla, grupparbete, m.m) som du tycker är mer utmanande och varför?
 - Hur hjälper din lärare dig att göra det enklare?
 - Hur hade det kunnat bli bättre?
- Har du någon bra teknik eller metod som du eller din lärare har hittat på för att göra matten enklare eller roligare som du vill dela med dig av?

Programmering

- Tycker du att programmering är roligt?
- Vad skulle kunna göra programmering roligare?
- Vad heter din programmeringsbok om du har en?
- Har ni några robotar eller annan fysisk utrustning att programmera? Om ja, vad för något?

- Jobbar ni med programmering utan dator och vad gör ni då? Ge gärna något exempel.
- Vilket område i programmeringen tycker du är lättast att förstå och varför?
- Vilket område i programmering tycker du är svårast att förstå och varför?
 - Hur hjälper din lärare dig att göra det enklare?
 - Hur hade det kunnat bli bättre?
- Använder ni något datorverktyg eller hemsida som t.ex. Visual studios eller Blockly för att programmera? Om ja, vad?
 - Fungerar det bra eller dåligt och varför?
- Använder ni ett programmeringsspråk som t.ex. Python, Java med mera eller hur jobbar ni med programmering?
 - Fungerar det bra eller dåligt och varför?
- Finns det några moment inom programmeringen (t.ex. felsökning eller att få tillgängligt resultatet av koden) som är svåra för dig?
 - Hur hjälper din lärare dig att göra det enklare?
 - Hur hade det kunnat bli bättre?
- Har du någon bra teknik, metod, verktyg, program eller hemsida som du eller din lärare har hittat som du vill tipsa om?
- Vad använder du för hjälpmedel eller teknik när du programmerar?
- Övrigt – Något mer som du vill berätta?