

Videreutdanning av Matematikklærere:

Lærernes mening

ET PROSJEKT STØTTET AV
CARL TRYGGERS STIFTELSE, OG
MARIANNE OG MARCUS WALLENBERGS STIFTELSE

PROSJEKTLEDER DAN LAKSOV

KTH, STOCKHOLM (2001)

Innhold.

Oppsummering	iv
Forord	1
Innledning	3
Prosjektet	4
Resultat	5
Konklusjon	14
Skjema	17
Ordlister	19

Oppsummering av konklusjonen.

- Behovet for videreutdanning er stort for den delen av lærernes undervisning vi har kalt *teoretisk*. Videreutdanningen kan bestå av kurser i matematikk med fokus mot teori og aksiomatikk, og som ikke er standard i lærerutdanningen. Kjennskap til populær matematisk litteratur burde inngå.
- Behovet av videreutdanning er ganske stor for den delen av lærernes undervisning vi har kalt *høyskoleforberedende*. Videreutdanningen kan bestå av standard kurser med litt teoretisk slagside. Kursene bør inneholde informasjon om matematikkens anvendelser og betydning.
- Kursene bør gå over et halvt år. De kan enten gies en halv eller en hel dag, hver annen uke eller hver uke, eller de kan gies 3-4 dager et par ganger per halvår.
- Det behøves ingen videreutdanning i administrasjon. Derimot bør mengden administrasjon og utenommatematiske aktiviteter reduseres sterkt på skolene.
- Det behøves ingen videreutdanning i didaktikk.

Forord.

Dette prosjektet ble startet for å undersøke om det virkelig er et behov av videreutdanning for matematikklærere, og hvilken type matematikk, det skulle utdannes i. Vi ville også gjerne vite hvilket form utdannelsen skulle ha. *Utgangspunktet var hva lærerne selv mener om dette. Det er lærerne som har best innsikt i de virkelige forholdene i skolen, og som derfor best vet hvordan skolen kan endres til det bedre.* Til prosjektlederens store forbauselse var det ingen som tidligere hadde spurt om lærernes mening. Hverken politikere eller skoleledere hadde kontakt noen av lærerne som deltok i prosjektet.

Prosjektet er bygget på et enkelt spørreskjema (frågeformulär)(s. 17) som ble sendt til alle skolene i Stockholms Kommune med et NV-program, og på samtaler med lærerne. Den største delen av rapporten består av prosjektlederens kommentarer til lærernes synspunkter og svar på spørreskjemaet.

I rapporten forekommer en rekke synspunkter på videreutdanning i pedagogikk. I spørreskjemaet ble ikke pedagogikken nevnt. Årsaken til at emnesdidaktikk kom med i rapporten er at de fleste lærerne som prosjektlederen hadde kontakt med nevnte pedagogikk, og syntes dette var et viktig emne.

De siste årene har det blitt skrevet og diskutert mye om videreutdanning av matematikklærere på gymnaset. Bakgrunnen er de rapportene om elevenes dårlige resultater som dukker opp med jevne mellomrom. De fleste mener at videreutdanning av lærere er nødvendig for at skolen skal bli bedre, men ingen har undersøkt om dette er sant. Ingen har engang presisert hva slags videreutdanning som behøves. Det er mange faktorer som tyder på at de dårlige resultatene snarere skyldes alle politiske og organisatoriske endringer som skolen har blitt utsatt for i lengre tid og at lærerne har en

liten del i problemene. Uklare og utopiske målbeskrivninger, mangel på sentrale prøver, oppdeling i blokker, endringer av karaktersystemet, kvalitetskontroll, øket administrasjon og rapportering, press på lærerne for å passere svake elever, utomfaglige aktiviteter, pedagogiske eksperimenter, og mye annet er bedre forklaringer til den turbulens som finnes i skolene. For de politikerne og skolelederne som har innført endringene kjennes det bedre å skylle på lærerne enn å ta ansvaret selv, og de vil gjerne tro at bedre pedagogikk er mirakelmedisinen som skal til for at skolesystemet skal bli bra igjen.

Prosjektlederen vil fremheve at dette ikke er en vitenskapelig rapport. Hensikten er å få et begrep om hva lærerne selv mener om videreutdanning. Tolkningene av lærernes synspunkter tar prosjektlederen ansvaret for. Mye er selvsagt farget av prosjektlederens egen erfaring. Prosjektlederen har hatt nære kontakter med gymnasiene i Sverige i mer enn 20 år. Kontakten har bestått av et stort antall forelesninger om ulike matematiske emner for både elever og lærere. Spesielt har prosjektlederen vært interessert i spesialarbeider i matematikk, og har redigert boken *Välj Specialarbete i Matematik*, Mittag-Leffler Institutet (1989), som ble distribuert gratis til alle skoler i Sverige med et NV-program i matematikk. Videre har prosjektlederen arrangert, og deltatt i, en rekke videreutdanningskurser for matematikklærer på gymnaset, med lengder fra en halv dag opp til en uke. Skoleåret 2000-2001 gir prosjektlederen et helårskurs om matriser og vektorer ved Östra Reals Gymnasium i Stockholm. Mye av materialet nevnt ovenfor finnes under

www.math.kth.se/~laksov under *gymnaset*.

Denne rapporten bygger på en tidligere rapport :

[FRN-Rapporten] *Rapport fra FRN-prosjektet 971460:5*

A 11-5/1205: Informationsprojekt om matematik för gymnasiet

(Prosjektleder Dan Laksov), KTH, Stockholm (1999).

Innledning.

Dette er en rapport fra et prosjekt om videreutdanning i matematikk for matematikklærere på gymnaset. Hensikten med prosjektet var å undersøke hvilket behov lærerne selv mener det finnes for slik videreutdanning, og hvilken form utdannelsen eventuelt bør ha.

Jeg vil takke Ulf Persson for kommentarer til en første versjon av rapporten.

Prosjektet pågikk hele år 2000 og ble støttet av Carl Tryggers Stiftelse og Marianne og Marcus Wallenbergs Stiftelse. Prosjektlederen takker dem hjertelig for støtte og oppmuntring.

Prosjektet.

Målsetning. Hensikten med prosjektet er å undersøke hva matematikklærerne på gymnasene mener om behovet for videreutdanning i matematikk, og hvilken form en slik utdanning eventuel skulle ha. Vi var interessert i både det konkrete innholdet i utdannelsen, og omfatningen av utdannelsen.

Metode. Prosjektet er basert på et spørreskjema (frågeformulär)(s. 17) der vi søkte opplysninger om lærernes utdanning, deres interesse for videreutdanning og det konkrete innholdet av en eventuell utdanning. Videre ville vi vite hvilken form og omfatning utdannelsen skulle ha. I de tilfellene lærerne var interesserte ble formulæret fulgt opp med et besøk på skolene.

Omfatning. Spørreskjemaet ble sendt til alle skolene i Stockholms Kommune med NV-program i matematikk. Av 18 skoler svarte bare 9 tross at skjemaet ble sendt ut to ganger til både *matematikk-ansvarlig lærer* og til rektorene (eller kanskje det skal sees som et stort antall på bakgrunn av hvor impopulære slike formulærer har blitt). Tilsammen svarte omkring 45 lærere på skjemaene, og prosjektlederen snakket med omkring halvparten av disse.

Resultat.

Hva slags videreutdanning?

Før vi kan diskutere *videreutdanning* i matematikk er det helt avgjørende å ha et klart bilde av hva utdannelsen skal brukes til. En matematikklærer på gymnaset har en rekke ulike arbeidsoppgaver i tillegg til selve undervisningen. *Administrasjon, møter, rapport-skrivning, kompetensutvikling, kvalitetskontroll, målbeskrivninger*, og en rad *ikke matematiske aktiviteter* for elevene som arrangeres av skoleledningen, tar en stor del av lærernes tid (se [FRN-Rapporten]). Mange lærere mener at dette forstyrrer og stykker opp skoledagen, og tar altfor mye tid fra matematikkundervisningen. *Noe behov for videreutdanning for denne delen av lærergjerningen ser ingen*. Derimot mener mange at skoleledningene burde arbeide aktivt for å minimere mengden av aktiviteter som ikke har med fagundervisning å gjøre.

Selv når det gjelder undervisningen i matematikk er det ikke klart hva videreutdannelsen skal tjene til. Spredningen på elevene er stor, og de ulike blokkene i matematikk så ulike, at lærerne, ofte samtidig, må undervise elever med meget varierende forkunnskaper, og på ulike nivåer. Det drives ikke bare en homogen type matematikkundervisning på et gymnas, men en lang rad ulike typer undervisning på en mange nivåer, hver tilpasset elevene, klassene og kursene. Læreren blir en slags *allkunstner* og eventuell videreutdanning må betraktes ut fra dette perspektivet. For enkelthets skyld vil vi skille på tre ulike nivåer:

- *Grunnleggende undervisning*. Med dette mener vi undervisning for å bringe elever med dårlige kunnskaper og lav motivasjon opp på et godkjent matematisk nivå.
- *Høyskoleforberedende undervisning*. Med dette mener vi under-

visningen for det store flertallet av elevene. Målsetningen er at elevene skal nå et så høyt matematisk nivå at de uten problemer kan begynne på høyskoler eller universiteter.

- *Teoretisk undervisning.* Med dette mener vi undervisning som gir elevene innblikk i matematisk tenkemåte og presenterer ideene og teoriene som ligger bak matematikken som elevene møter. Undervisningen må fremheve matematikken som intellektuell aktivitet og formidle at matematikken er en stor del av vår kultur, på linje med religion, filosofi og historie. Til teoretisk undervisning vil vi også inkludere formidling av kunnskaper om *matematikens anvendelser i teknikk, samfunn og vitenskap*, og innsikt i den fascinerende og mangfoldige verden som matematikken består av.

Grunnleggende undervisning.

En stor del av lærernes tid og energi går med til å ta hånd om de elevene som har dårlige kunnskaper og svak motivasjon (se [FRN-Rapporten]). Disse elevene krever mye oppmerksomhet og oppmuntring, og klarer seg ikke på egen hånd. Det er naturlig at lærerne kjenner det som en av sine viktigste oppgaver at alle elevene i klassen skal klare seg. Resursene som undervisningen av disse elevene tar har øket de siste årene fordi *komunepolitikere*, og derfor *skoleledere*, tar antall elever som klarer eksamen som et mål på hvordan deres *skolepolitikk* har lyktes. Derfor presser de fleste skoler på lærerne for at nesten alle elevene skal bestå eksamen. Iblant setter de til og med faste *prosentsetter*. Selvsagt har det alltid være et mål for skolen at så mange som mulig skulle klare seg, men det er stor forskjell mellom å klare *overgripende nasjonelle mål*, og å *passere et lokalt nivå for å vise at kommunene har lyktes med sin skolepolitikk*.

Den største delen av den grunnleggende undervisningen består

ikke av matematikkundervisning, men i å øve opp elevenes *regneferdigheter* og gi dem vane til å løse enklere oppgaver. Det er klart at alle lærerne på NV-programmet på gymnaset har mer enn tilstrekkelige matematiske kvalifikasjoner for å klare dette, og *det finnes ingen behov av videreutdanning for å lære ut regneferdigheter*.

Pedagogisk videreutdanning.

På dette punktet er det naturlig å si noen ord om *pedagogikk*. Mange *skolepolitikere* og *skoleadministratører*, og spesielt *Skolverket*, har en overtro på at undervisningen for umotiverte elever med svake emneskunnskaper skulle kunne forbedres om lærerne hadde mer *didaktisk utdanning*. Derfor ser de videreutdanning i didaktikk som en redning når resultatene i skolen er dårligere enn de ventet. Dette er en klar feilbedømmning. Det finnes ingen undersøkelser som viser at didaktisk utdanning har noen som helst innflytelse på lærernes skikkelighet i å formidle matematikk. *I virkeligheten blander politikerne sammen faget didaktikk, og det å være en god lærer*. Dette er lett ettersom ordene *didaktikk* og *pedagogikk* bare er to betegnelser på samme sak, og *begge leder tanken mot læreryrket*. Didaktikk er en legitim og interessant akademisk disiplin som bare i liten grad beskjeftiger seg med (berör) det daglige arbeide lærerne utfører, og den konkrete pedagogikken de behøver på skolen. Derfor er heller ikke pedagogikklærerne spesielt bra lærere. Gymnaslærerne opplever seg, med rette, som langt bedre pedagoger. Som det fremgår av denne undersøkelsen er det et kompakt motstand mot *videreutdanning i didaktikk*.

Høyskoleforberedende utdanning.

Skolens ambisjon er at alle elevene som har tatt matematikk på NV-programmet skal kunne begynne naturvitenskapelig studier på høyskoler eller universiteter. Begrepet *høyskoleforberedende* er des-

verre et politikerprodukt og som forvirrer lærerne både på gymnasene og høskolene fordi det gir inntrykk av at det finnes et *absolutt nivå* som elevene må oppnå for å kunne fortsette på høyskolene. Slik er det selvsagt ikke. Sundt fornuft sier at høyskolen må ta de elevene de får, uansett hvilke kunnskaper de har. Dette bekreftes av at de fleste høyskolene har *forberedende program* i matematikk.

Heldigvis har nesten alle lærere i matematikk på gymnaset en meget sterk følelse for hva elevene bør kunne når de er ferdige med gymnaset. Dette nivået er nesten det samme for alle lærer og alle skoler. Dette er *bemerkelsesverdig* fordi *kursbeskrivninger* og *målbeskrivninger* er tåkete (dimmiga), og obligatoriske *sentrale prøver* finnes ikke lenger. For lærerne er det allikevel klart hvilke *regneferdigheter* elevene skal ha og hvilken matematikk de skal ha kjennskap til. De legger ned mye tid for at de aller fleste elevene skal nå dette nivået og dermed ha mulighetene til å komme inn på *attraktive programmer* ved høyskolene.

Alle lærerne som var med i undersøkelsen har mer enn tilstrekkelige matematikk-kunnskaper for å klare av den *høyskoleforberedende* undervisningen. Tross dette er behovet av videreutdanning stort. Dels forandrer matematikken seg mye. Nye emner oppstår og noen områder blir sentrale mens andre glir ut mot periferien. Iblant finner til og med nye emner veien til gymnaset, som *diskret matematikk*, som *ikke er noe emne, men et samlingsnavn på et flertall emner og teknikker langt fra matematikkens sentrum*. Det er viktig for lærerne å holde kontakt med de store forandringene i matematikken. Videre skulle mange lærere behøve videreutdanning for å få bedre innsikt i de viktigste anvendelsene av matematikk i *viten-skap, teknikk* og *samfunn*. På dette området er utviklingen meget rask. Det skulle være mye lettere for lærerne å motivere elevene om de visste hvor sentral matematikken er og hvor attraktive mate-

matikere er på arbeidsmarkedet.

Lærerne skulle også kunne forbedre sin innsikt i *matematisk tenkemåte* og *teori*. Riktignok utgjør teori og bevis en meget liten del av den høyskoleforberedende undervisningen, men det skulle gi deres undervisning et stort løft om de hadde overblikk over matematikkens verktøy og visste hvordan de brukes. Øket *teoretisk innsikt* skulle også minske avstanden mellom hva gymnaslærerne mener elevene skal kunne, og hva høyskolelærerne vil de skal forstå.

Teoretisk undervisning.

Tross at matematikk er et grunnleggende emne og en vesentlig del av matematikken består av teori, forekommer det veldig lite undervisning i teori på gymnaset, og *nesten ingen satser blir beviste*. Mesteparten av tiden brukes til å forbedre elevenes regneferdigheter og å lære dem de grunnleggende matematiske begrepene (se [NFR-Rapporten]). Derfor får veldig få elever på gymnaset noen forståelse for *matematisk tankegang, eller innser hvor viktige bevis er for forståelsen av matematikken*. Mange elever opplever dette som utilfredsstillende. De får ikke noen intellektuelle utfordringer (utmaningar) og forstår aldrig hvor spennende og fascinerende abstrakt tenkning er. Det rekkes ikke med glimt av *matematikens skjønnhet* for at de skal inspireres til videre studier i *naturvitenskapene*.

Det er en stor gruppe elever som er både kunnskapsrike og motiverte for studier, og som skulle få både selvtillit og inspirasjon av teoretisk undervisning. Disse får liten oppmerksomhet fordi de kan arbeide selvstendig, og fordi mange mener at disse elevene alltid klarer seg. *Dette er feil*. Elever som er motiverte og som ikke blir intellektuelt stimulerte *visner raskt og når aldrig opp til det potensial de har for studier*. De oppdager aldrig selv at de har lett for teori. Dette merkes klart på universitetene der det hvert år blir færre en-

tusiastiske elever med spesialinteresser. For å kunne ta hånd om slike elever er det et stort behov av *videreutdanning* av lærerne. Få lærere har satt seg så godt inn i *matematisk teori og tankegang* at de kan formidle hvilket fascinerende emne matematikken er. De kan derfor heller ikke inspirere elevene til *selvstendig arbeide*. Ofte har de ikke kjennskap til populær og enkel matematisk litteratur som elevene skulle kunne ha nytte av, og få har tid til å følge med i den floraen av nye populære bøker om matematikk som publiseres hvert år.

Videreutdanning skulle også være bra for at matematikklærerne skulle få *bedre kontakt med de lokale høyskolene og universitetene*. Slike kontakter skulle passe perfekt med skolenes målsetning å *profilere* seg innen spesielle emner, og dessuten med ambisjonen for å gjøre endel gymnaser til *forskerskoler*.

Lærernes kompetense.

Alle lærerne som deltok i undersøkelsen var meget kompetente for sin oppgave. De aller fleste hadde 2-3 betyg i matematikk, eller 40-60 poeng. Dette betyr at alle har tatt grunnleggende kurser i lineær *algebra*, og i *en- og flervariabelteori*. De har derfor kunnskaper langt utover det som deres elever skal beherske. Desverre består den største delen av undervisningen i de grunnleggende matematikkfagene på høyskolene av å oppøve *regneferdigheter* og å gi kjennskap til ulike *matematiske begreper*. *Teori og bevisføring* er ganske *perifert og utsettes til mer avanserte kurser som ikke alltid inngår i lærerutdannelsen*. Derfor har lærerne iblandt mye matematikk i utdannelsen uten å ha kommet i kontakt med *matematisk tankemåte*. Ettersom klassene på universitetene og høyskolene ofte er store, og ettersom lærerne som gir den grunnleggende undervisningen har et stort arbeidspress, får lærerne lite kontakt med universitetsmiljøet.

I tillegg til de grunnleggende kursene er det vanlig at lærerne

tar standard kurser i emner som *kombinatorikk*, *matematikkens historie*, *statistikk* eller *programmering*. Mindre vanlige, men mer inspirerende kurser som *tallteori*, *Galoisteori*, *proyektiv geometri*, *ligningsteori* (teorin for ekvationer), *serier* og *topologi* forekommer mer skjelden. Det er slike kurser som gir best innsikt i *matematisk tankegang*, og der bevis og fascinerende hypoteser og teorier er en viktig del.

I en videreutdanning av lærere med tanke på teoretisk undervisning skulle slike kurser utgjøre en naturlig del. Lærerne skulle få en fin følelse for kjernen i matematikken og lære å formidle denne til elevene. Dessuten skulle det gi lærerne større selvsikkerhet ovenfor elevene.

Behovet av videreutdanning.

Som vi har sett behøves det ulike slags *videreutdanning* for ulike slags undervisning.

For det vi har kalt *høyskoleforberedende* undervisning er det viktig at lærerne kan formidle en følelse for teoriene bakom begrepene og regningene. Dette gir elevene en mer solid grunn å stå på og gjør at de blir bedre forberedt for *naturvitenskapelige studier* på høyskoler og universiteter. Videreutdanningen kan bestå av kurs i noe klassisk emne der det finnes et solid teoretisk eller *aksiomatisk grunnlag*. *Analyse*, *gruppeteori*, *tallteori* og *topologi* er eksempler på slike emner.

For det vi har kalt *teoretisk undervisning* behøves et bredere tilbud for videreutdanningen. Også for slik undervisning behøves det dyp i emnene. For at de skal kunne inspirere de mest motiverte studentene er det viktig at de også kommer i kontakt med emner som vanligvis ikke inngår i lærerutdanningen, som *Galoisteori*, *ligningsteori* eller *serier*. Emnesstudiene bør suppleres med kjenneskap til *matematisk populærvitenskapelig litteratur*, og kontakt med universiteter. Kjenn-

skap til hvilke *biblioteks-* og *dataresurser* som finnes i matematikken er også viktig.

Lærernes interesse for videreutdanning.

Alle lærerne som deltok i prosjektet var interesserte av *videreutdanning* i matematikk. Lærerne foreslo en lang rad emner som de mente kunne være interessante og til nytte for undervisningen. De emnene som oftest ble nevnt var, i nedstigende rekkefølge:

Diskret matematikk, tallteori, differensiallikninger, analyse, godbiter fra matematikken, gruppeteori, matematisk modellering, partielle differensiallikninger fra fysikken og dataanvendelser.

De fleste nevnte *diskret* matematikk ettersom dette skal innføres som obligatorisk emne for de som velger matematikkretningen i NV-programmet. *Usikkerheten var stor om hva et slikt kurs skulle inneholde*, hvilket ikke er så underlig ettersom det er uklart hva gymnasemnet skal inneholde og ettersom *diskret* matematikk er et *samlingsnavn for mange matematiske emner og teknikker*. Et flertall av lærerne hadde allerede tatt kurser i *diskret matematikk*, men kjente allikevel et behov for å befeste og forsterke kunnskapene.

Omfatning av videreutdannelsen.

Et av spørsmålene på spørreskjemaet var om hvilken *omfatning videreutdannelsen* i et emne skulle ha. Svarene delte seg i to helt skilte grupper som inneholdt omtrent like mange lærere.

Den ene gruppen ville at undervisningen skulle fordeles på *kortere kurser* på 3-4 dager, noen ganger per halvår. Fordelen er at lærerne kunne undervise som vanlig og at de kan bruke perioder utenfor undervisningsperiodene til å lære nytt stoff. Ulempen er at det blir rykkete undervisning og at det kan være vanskelig å forberede seg for kursene. Videre er det lett å glemme materialet mellom hver kurs.

Den andre gruppen ville bruke en hel eller en halv dag per uke over

et halvår for å lese inn kurset. Fordelen er at lærerne kan arbeide kontinuerlig, og bli en naturlig del av en studiegruppe. Ulempen er at de må planere undervisningen nøye og finne vikarier. Risikoen for skjematekniske problemer er stor.

I begge gruppene var det helt klart at forutsetningen for at lærerne skulle delta i videreutdannelsen var at skolene betaler *nedsetningen av undervisningen* og eventuelle ekstra kostnader. Dette er helt naturlig ettersom lærerne er så pressete, og det skulle også vise at skoleledningen var interessert i at lærerne videreutdannet seg.

Det er verd å merke at ingen av lærerne var interesserte i et større viderutdannelsesprogram i likhet med de *licentiatprogrammene* som *Stockholms Stad* har startet.

Konklusjon.

Innledning. For at diskusjonen om *lærernes videreutdanning* skal ha noen mening er det viktig å skille mellom de ulike virksomhetene som lærernes arbeide består av. Vi vil skille mellom den *administrative* og *sosiale* delen og den delen som består av *matematikkundervisning*. For matematikkundervisningen skiller vi mellom den *faglige delen* og den *pedagogiske delen*. Vi har delt den faglige delen i tre deler, den *grunnleggende undervisningen*, den *høgskoleforberedende undervisningen* og den *teoretiske undervisningen*.

For den administrative og sosiale delen behøves det ikke noen videreutdanning. Videreutdanning av lærerne i dette skulle ha mye mindre effekt enn at skolene reduserte den tiden lærerne må legge ned på å fylle i skjemaer, gå på møter, utvurdere undervisningen, delta i pedagogiske eksperimenter, skrive rapporter, eller sende elevene på ikke matematikkrelaterte aktiviteter.

For den grunnleggende undervisningen, som også tar mye av lærernes tid, behøves det heller ikke noen videreutdanning. Denne undervisningen består i å lære de minst motiverte og svakeste elevene å bli tilstrekkelig bra på å *regne* så de klarer *enkle oppgaver*.

Pedagogikk. De aller fleste lærerne er utmerkete og *engasjerte pedagoger*, med *store kunnskaper* om forholdene ved skolen. Det meste tyder på at det dårlige ryktet lærerne har fått som pedagoger skyldes at det er lettere for politikerne å skyldes problemene på skolene på lærerne enn å innrømme at det er deres egen reformiver som er årsaken. Lærerne skulle ikke vinne noe på å gå på *teoretiske didaktiske kurser* gitt av akademikere som har liten erfaring av de konkrete forholdene i skolen, og som ofte er *langt dårligere pedagoger enn lærerne de skal undervise*.

Høyskoleforberedende undervisning. De aller fleste lærerne har gode kunnskaper i matematikk og er fullt kvalifiserte til å gi den undervisningen som vi, tross at ordet gir feilaktige assosiasjoner, har kalt *høyskoleforberedende*. Denne typen undervisning utgjør den største delen av lærernes arbeidsinnsats. Behovet for *videreutdanning* er ikke så stort, men matematikkundervisningen på gymnasene skulle få en videre horisont om lærerne hadde større innsikt i *matematisk teori* og i hva et *matematisk bevis* er. De fleste lærerne har også behov av å oppdateres på de endringene som stadig foregår innenfor matematikken, der betydningen av de ulike matematiske emnene stadig skifter.

Ennu viktigere er det at lærerne følger med i alle de viktige *anvendelsene* av matematikken. Her er utviklingen lynrask (blixtsnabb). Hvert år kommer det nye *tekniske og vitenskapelige landevinninger* som bygger på matematikk, og det er ofte vanskelig å se matematikken bak anvendelsene. Videre burde lærerne ha mye større innsikt i hvilket sentralt emne matematikken er og hvor attraktive matematikere er på *arbeidsmarkedet*.

For den høyskoleforberedende undervisningen skulle videreutdanningen bestå av grunnleggende kurser i *algebra, analyse* eller *topologi*, der tyngdepunktet ligger på *teori* og *aksiomatikk*. Disse kursene gir lærerne muligheter til å få kontakt med *universitetene* og *høyskolene*, så det er viktig at de gies av høyt kvalifiserte matematikere.

Teoretisk undervisning. Få lærer har dypere innsikt i *matematisk tankegang* eller har solid forståelse av *teori* og *bevisføring*. Dette gjør at undervisningen ikke alltid er tilstrekkelig inspirerende for den ganske store gruppen av elever som er motiverte for teoretiske studier. Denne elevgruppen får for lite oppmuntring og oppmerksomhet på skolen. Derfor mister de interessen for skolearbeidet og

oppdager ikke sitt eget potensial for teoretiske studier. *Viderutdanning* for lærerne med tanke på undervisning for denne gruppen skulle bestå av kurser i matematik som er uvanlige i lærerutdannelsen, som *tallteori, serier, geometri, kombinatorikk* eller *Galoisteori*. Dessuten skulle den innholde besøk i matematiske *bibliotek* så lærerne får se all den utmerkete *populære litteraturen* som finnes om matematikk.

Øket kjenneskap til matematikk skulle bety mye for *profileringen* av gymnasieskolene som politikere og skoleledere ettertrakter. Det skulle dessuten være helt i linje med ambisjonene for å gjøre gymnasene til *forskerskoler*.

Omfatning. Det finnes to forslag til omfatningen av videreutdannelsen. Enten går kursene en eller en halv dag per uke, hver annen eller hver uke, eller så har går kursene over 3-4 dager noen ganger per halvår. Det finnes gode grunner til å velge begge disse variantene. Hvilken man velger kan avhenge av *lokale forhold*.

Spørreskjema.

Några frågor till matematiklärarna:

Före besöket skulle jag vara tacksam om lärarna kunde tänka igenom följande frågor, och gärna fylla i detta formuläret, om de tycker det är meningsfullt.

Hur många lärare undervisar D-F i kursen på NV-programmet?:

Hur många universitetspoäng/betyg i matematik har dessa lärare? Datakurser och historia räknas inte:

Lärare 1 (inga namn):

Lärare 2 (inga namn):

Lärare 3 (inga namn):

Har skolledningen eller *kommunen* tagit kontakt med lärarna för att diskutera intresset för vidareutbildning eller för att eventuellt profilera skolan mot matematik?

:

Följande 5 frågor är ställda under förutsättning av att utbildningen stöds av skola eller *kommun* i form av nedsatt undervisningsskyldighet.

Är de flesta lärare intresserade av vidareutbildning i matematik?:

Är det intressant med enstaka kortare kurser i matematik, som f.ex. talteori, analys, diff.ekvat., *diskret matematik*, gruppteori?

:

Är några intresserade av längre program f.ex. mot lic. grad?:

Är det mest intressant med korta kurser, 1-3 dagar, 1 vecka?:

Är det intressant med kurs över 1 termin, eller längre?:

Vilka matematiska ämnen är mest intressanta?:

Kommentarer. (Skriv gärna på eget ark):

:

:

:

:

Ordlister.

- administrasjon, 5
analyse, 11
absolutt nivå, 7
administrasjon, 14
aksiomatikk, 15
aksiomatisk grunnlag, 11
algebra, 10, 15
analyse, 12, 15
anvendelser, 15
arbeidsmarkedet, 15
attraktive programmer, 8
bevisføring, 9, 10, 15
bibliotek, 11, 15
dataanvendelser, 12
dataresurser, 11
didaktikk, 7
didaktisk utdanning, 7
differensiallikninger, 12
diskret matematikk, 8, 12
en- og flervariabelteori, 10
enkle oppgaver, 14
forberedende program, 7
forskingskoler, 10, 16
Galoisteori, 10, 11, 15
geometri, 15
godbiter fra matematikken, 12
grunnleggende undervisningen, 5, 14
gruppeteori, 11, 12
høyskoleforberedende, 5, 7, 8, 11, 14, 15
ikke matematiske aktiviteter, 5
kombinatorikk, 10, 15
kompetensutvikling, 5
komunepolitikere, 6
kortere kurser, 12
kursbeskrivninger, 8
kvalitetskontroll, 5
licentiatprogrammene, 13
ligningsteori, 10, 11
litteratur, 9
lokale forhold, 16
matematikkansvarlig lærer, 4
matematikkens anvendelser, 6
matematikkens historie, 10
matematikkens skjønnhet, 9
matematikkundervisning, 14
matematisk modellering, 12
matematisk tankegang, 9, 10, 15
matematiske begreper, 10
målbeskrivninger, 5, 8
naturvitenskapelige studier, 11
naturvitenskapene, 9
nedsetningen av undervisningen, 13
overgripende nasjonelle mål, 6
partielle differensiallikninger, 12
pedagoger, 14
pedagogikk, 7, 14
populær litteratur, 11, 15
profilering, 10, 16
programmering, 10
prosjektiv geometri, 10
presentsatser, 6
rapportskrivning, 5
regneferdigheter, 4, 6, 8, 10
samfunn, 6, 8
selvstendig arbeide, 9
sentrale prøver, 8
serier, 10, 11, 15
skoleadministratører, 7
skoleledere, 6
skolepolitikere, 7
skolepolitikk, 6
Skolverket, 7
Stockholms Stad, 13
statistikk, 10
tallteori, 10, 11, 12, 15
teknikk, 6, 8
tekniske og vitenskapelige landevinninger, 15
teoretisk innsikt, 9
teoretisk undervisning, 6, 9, 11, 14
teoretiske didaktiske kurser, 14
teori, 9, 10, 15
topologi, 10, 11, 15
universitetene, 15
videreutdanning i didaktikk, 7
videreutdanning, 5, 9, 11, 12, 14, 15
vitenskap, 6, 9
vitenskap, 8