

Tilrettelegging av matematikk

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\int_a^b f(x) \, dx$$

Rolf Arne Mellem

- Erfaring med synstekniske hjelpemiddel fra 1992
- Jobber i Universell Utforming AS (UUAS Tidligere Media LT)
- Jobber med tilgjengelighet på digitale flater
 - Teste og rette tilgjengelighet i nettsider, apper og dokumenter
 - Forskning og utviklingsprosjekter
 - Opplæring og kunnskapsformidling

Marthe Gjelstad

- Utdannet lektor i matematikk og fysikk
- Jobber i Nasjonalbiblioteket
- Tilrettelegger realfagslitteratur
- Jobber med å utvikle og forbedre retningslinjer og løsninger for å gjøre realfagslitteratur tilgjengelig

Matematikk: Realfagenes språk

- Vi finner matematikk i alle realfagene.
- Løsninger for å gjøre matematikk tilgjengelig er viktig for flere fagfelt.
- Det finnes også løsninger for å gjøre kjemi tilgjengelig.

Prosjekt: Matematikk punkt for punkt



Et prosjekt støttet av Stiftelsen DAM

- Gjøre digital matematikk tilgjengelig for synshemmede

<https://universellutforming.no/prosjekter/matematikk-punkt-for-punkt/>

- Kartlegge:

- Ulike notasjoner: ASCIIMath, LaTeX, Nemeth (amerikansk standard (i mye Tek.))
- Teknologi: Skjermlesere, MathCAT, MathJax
- Formater: På nett (html), docx, e-pub, pdf, MathML, OMML

- Finne og utvikle løsninger:

- Samarbeid på tvers: Statped, Nasjonalbiblioteket, produsenter, elever
- Teste
- ASCIIMath – Statped notasjon

- Skjermleser: Et hjelpemiddel (program) som leser teksten på skjermen og konverterer den til tale eller punktskrift (Jaws, VoiceOver, NVDA, TalkBack).
- Leselist: Konverterer data fra en skjermleser til punktskrift.

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

- Hvorfor er matematikk vanskelig?
 - Matematikk er ikke lineært. Hvordan skal en skjermleser forstå hvordan den skal lese en brøk som består av både en teller og nevner?
 - Helt nødvendig at matematikken blir lest korrekt. Det er stor forskjell på et minustegn og et plusstegn.

lmk bnr smp lnk Hopp til innhold

☒ Vis punktskriftviser ved oppstart ☒ Hover for cell routing

[Hjem](#) > [Matematikk R1](#) > [Potenser og logaritmer](#) > [Likninger og ulikheter](#) > Eksponentiallikninger

Fagstoff

Video



Eksponentiallikninger

Hvordan løser vi likninger av typen $a^x = b$?

[Vis kompetansemål](#)

Likninger med potensuttrykk der eksponenten er ukjent, kalles *eksponentiallikninger*. Vi kan bruke logaritmesetningene til å løse slike likninger.

Gitt eksponentiallikningen

$$a^x = b$$

Siden logaritmen til to like tall er like, er

$$\lg a^x = \lg b$$

Skjermlesere og støtte for MathML

Skjermleser	Tale	Punkt	Utforske
NVDA + MathCAT	Norsk = OK	ASCIIMath, LaTeX, Nemeth	OK
Jaws (+ MathCAT)	(Norsk)	Engelsk (USA), Nemeth	OK
VoiceOver iOS	(Norsk)	Skal testes	OK
VoiceOver MacOS	(Norsk)	Engelsk (USA), Nemeth	OK
Windows Narrator	Kun i Office!	Skal testes	

TalkBack, Supernova og Orca har liten eller ingen støtte for MathML.

Jaws og VoiceOver:

- Tale: Norsk tale med engelske ord og uttrykk.
- Punkt: Må bruke amerikansk punktskrift, kun Nemeth.

Hovedfunn fra prosjektet

- Matematikk og realfagsnotasjon skal kodes som MathML
- Fungerer i html og docx (OMML), (ikke i pdf)
- Elever som leser punkt lærer ASCIIMath, (ikke Nemeth)
- Skjermleser: NVDA + MathCAT

MathML

- Oppmerkingsspråk for digital matematikk
- Standarden for å merke opp matematikk på nett
- Laget for å merke opp strukturen og det matematiske innholdet
- Tydelig struktur, og man kan merke opp mange detaljer

Eksempel

<math>

<mfrac>

<mrow>

<mi>x</mi>

<mo>+</mo>

<mi>y</mi>

</mrow>

<mn>2</mn>

</mfrac>

<mo>+</mo>

<mn>1</mn>

</math>

$$\frac{x + y}{2} + 1$$

Eksempel: Bruk av usynlige operatorer

$$a(x - 1)$$

- Er dette en funksjon eller er det multiplikasjon?



To visuelt like uttrykk

$a(x-1)$

$a(x-1)$

Funksjonen av a

$a(x-1)$

Vist i punkt som ASCIIMath:

`a(x-1)`

Med simple speak tale:

a av startparentes x minus 1 sluttparentes



MathCAT: Math Capable Assistive Technology

- MathML → tekststrenger eller punktskrift
- En skjermleser kan produsere tale eller punkt til en leselist
- Tale: Engelsk, norsk bokmål + flere språk
- Punkt: Nemeth braille, LaTeX, AsciiMath ++
- Mulighet for å gå inn i et større matematisk uttrykk og utforske det del for del
- Mange brukerinnstillinger



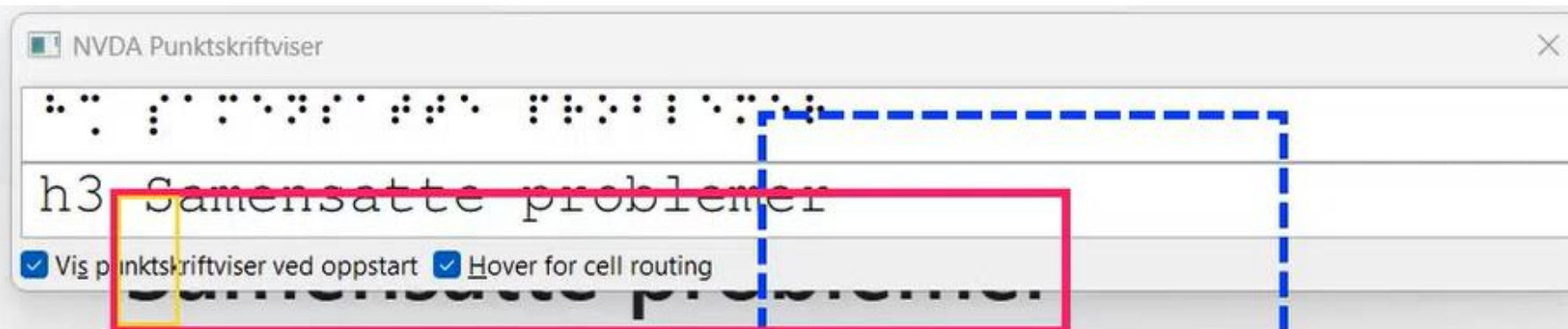
MathCATs logo, av Neil Soiffer.
([MathCAT: Math Capable Assistive Technology | MathCAT](#)). Gjengitt med tillatelse.

MathCAT

- Implementert i EasyReader, NVDA og Jaws (foreløpig på engelsk).
- Nasjonalbiblioteket jobber med å implementere det i produksjonen av lydbøker.
- Laget av amerikaneren Neil Soiffer
- Open source
- Pågående MathCAT prosjekt: Hvordan ivareta og videreutvikle fremover?



MathCATs logo, av Neil Soiffer



Ofte er en kombinasjon av flere regler nødvendig for å løse et problem:

Eksempel 1

Skriv $\sqrt{a} \cdot a^{\frac{2}{3}} \cdot a^{-\frac{1}{6}}$ enklest mulig.

Korrekt oppmerking er viktig

- En skrivefeil i en vanlig setning er sjeldent et problem.
- Feil i en matematisk formel kan ha store konsekvenser.
→ Viktig med korrekt MathML-oppmerking.
- Retningslinjer:
 - [MathML Core](#): Definerer en kjerne av tagger og attributter.
 - [MathML 4](#): En utvidelse av MathML Core som inneholder flere tagger og attributter. Foreløpig «work in progress».
 - [Nordic MathML guidelines](#): Samarbeid mellom de nordiske landene, Nasjonalbiblioteket og Statped i Norge.

Eksempel fra MathML 4: «Intent»

```
<math>
  <msup intent="$op :postfix ($a)">
    <mi arg="a">M</mi>
    <mi arg="op" intent="transponert">T</mi>
  </msup>
</math>
```

 M^T

«M transponert»

Editorer og konverteringsprogrammer

- MathML kan være litt tungvint å skrive manuelt
 - Bruke editorer og konverteringsprogram
- Pandoc, TeMML, asciimath.org
- LaTeX: Laget for at matematikken visuelt skal se riktig ut
- MathML: Laget for at struktur og innhold skal være riktig
 - LaTeX til MathML: Kan oppstå feil og mangler
- MathJax:
 - Et verktøy for visning av LaTeX, MathML og AsciiMath på nett. Har også noe støtte for skjermlesere, slik at man f.eks. kan få tekst på en nettside opplest.
 - Kan blant annet konvertere fra LaTeX til MathML, men visuelt til semantisk kan være problematisk.
- Konklusjon: Viktig å kontrollere MathML-oppperkingen

Kilder

- MathJax, Inc. (2026, 20. feb.). *MathJax Documentation*. [MathJax Documentation — MathJax 4.0 documentation](#)
- Myndigheten för tillgängliga medier, MTM. (2025, 13. jan). *Nytt verktøy for e-bøker: MathCAT* [Video]. [Nytt verktøy for e-bøker: MathCAT.mp4 - Screen9 Videosite](#)
- Soiffer, N. (u. å.). *MathCATs logo* [Figur]. [MathCAT: Math Capable Assistive Technology | MathCAT](#)
- Soiffer, N. (u. å.). *MathCAT: Math Capable Assistive Technology*. [MathCAT: Math Capable Assistive Technology | MathCAT](#)
- World Wide Web Consortium. (2026). *Mathematical Markup Language (MathML) Version 4.0* (W3C Working Draft). <https://www.w3.org/TR/mathml4/>