|  |
| --- |
| EDUAP |
| WordMat |
| Manual |

|  |
| --- |
| Mikael Samsøe Sørensen  17/2-2025 |

# Forord

WordMat er et tilføjelsesprogram til Word, der gør det muligt at udføre en lang række matematiske operationer direkte fra Word. Det er målrettet de danske uddannelser, primært grundskolen og gymnasieuddannelserne, men kan sagtens anvendes på videregående uddannelser.

WordMat core er gratis og frigivet under [GNU General Public License](http://www.gnu.org/licenses/gpl.html).

Det er muligt at tilkøbe et partnerskab, der giver adgang til WordMat+, support og en række ekstra tjenester, der gør arbejdet med at få WordMat til køre på mange computere meget nemmere.

Samtidigt er det partnerskabsskolerne, der er med til at sikre, at WordMat løbende bliver opdateret.

[Læs mere om partnerskab her](https://www.eduap.com/da/partnerskab/)

*Mikael Samsøe Sørensen*

Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, logo, Grafik

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

[www.eduap.com](http://www.eduap.com)

Indhold

[Forord 2](#_Toc190757021)

[1. Generelt 5](#_Toc190757022)

[2. Ligningseditor (Matematikfelter) 6](#_Toc190757023)

[Oversigt Genveje i matematikfelter 7](#_Toc190757024)

[Oversigt Tastaturgenveje i WordMat 8](#_Toc190757025)

[3. Indstillinger 9](#_Toc190757026)

[Antal cifre 9](#_Toc190757027)

[Komplekse tal 9](#_Toc190757028)

[Eksakt / Numerisk 11](#_Toc190757029)

[Notation 12](#_Toc190757030)

[Automatisk backup 13](#_Toc190757031)

[Avancerede Indstillinger 14](#_Toc190757032)

[4. Beregning 15](#_Toc190757033)

[Logaritmer 15](#_Toc190757034)

[Underforståede gangetegn 16](#_Toc190757035)

[5. Definition af variable og funktioner 17](#_Toc190757036)

[Fysiske konstanter 19](#_Toc190757037)

[Antagelser 20](#_Toc190757038)

[6. Lister 20](#_Toc190757039)

[7. Ligningsløsning 22](#_Toc190757040)

[Numerisk ligningsløsning 23](#_Toc190757041)

[Uligheder 24](#_Toc190757042)

[Ligningssystemer 25](#_Toc190757043)

[Differentialligninger 27](#_Toc190757044)

[Koblede differentialligninger 30](#_Toc190757045)

[Koblede differentialligninger med Excel og Eulers metode 31](#_Toc190757046)

[8. Graftegning 33](#_Toc190757047)

[3D-Grafer 36](#_Toc190757048)

[Retningsfelt 38](#_Toc190757049)

[Statistiske diagrammer 40](#_Toc190757050)

[9. Regression 42](#_Toc190757051)

[Brugerdefineret regression 43](#_Toc190757052)

[10. Sumtegn og produkttegn 44](#_Toc190757053)

[11. Infinitesimalregning 45](#_Toc190757054)

[Grænseværdier 45](#_Toc190757055)

[Differentialregning 46](#_Toc190757056)

[Integralregning 47](#_Toc190757057)

[12. Matrix og vektorregning 48](#_Toc190757058)

[Matricer 50](#_Toc190757059)

[13. Trekantsløser 53](#_Toc190757060)

[14. Enheder 54](#_Toc190757061)

[15. Specielle funktioner 57](#_Toc190757062)

[Lambert W-funktionen 57](#_Toc190757063)

[Programmering 57](#_Toc190757064)

[16. Latex 58](#_Toc190757065)

[Latex-lignende dokumenter 58](#_Toc190757066)

[17. Nummererede ligninger 59](#_Toc190757067)

[18. Tips 61](#_Toc190757068)

[19. Mac 61](#_Toc190757069)

[20. Eksterne programmer 61](#_Toc190757070)

[21. Fejlfinding 63](#_Toc190757071)

[22. Tips til teknikeren 67](#_Toc190757072)

# Generelt

WordMat er et tilføjelsesprogram til Word, der gør det muligt at udføre en lang række matematiske operationer direkte fra Word.

Typisk fungerer det på den måde, at man indsætter et matematikfelt, via menuen eller med tastaturgenvejen ’alt + m’

Dernæst skriver man en beregning eller en ligning

Til slut vælger man hvad der skal ske med udtrykket. Det kunne fx være, at man bare vil have det beregnet, og det kan man gøre med tastaturgenvejen ’alt + b’

Hvis man vil have løst en ligning, gøres det vha. tastaturgenvejen ’alt + L’

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

Alle kommandoer kan udføres fra WordMat-menuen, men der er også en række tastaturgenveje til de mest anvendte funktioner, ligesom der er en række genveje til nemt at indtaste matematik i matematikfelterne.

# Ligningseditor (Matematikfelter)

Den indbyggede ligningseditor i Word er rigtig god, fordi man meget hurtigt kan lave matematiske udtryk, der ser meget pæne ud. For at få det fulde potentiale ud af den, er det vigtigt at man lærer de genveje der er indbygget i den, så man ikke skal klikke i menuen hele tiden. Alt matematik kan indtastes med tastaturet.

Man indsætter et nyt matematikfelt med genvejen ’alt + m’.  
(Uden WordMat er genvejen ’Alt + shift + 0’, men det er noget mere besværligt)

Når man taster i et matematikfelt, bliver det løbende omdannet til ’professionel layout’, hvor det ligner matematik, som man vil skrive det på papir. Omdannelsen sker ofte automatisk, men skal typisk aktiveres ved at trykke på mellemrumstasten lige efter udtrykket. Eksempler:

mellemrum →

mellemrum →

mellemrum →

Der er også specielle taste-genveje til matematiske symboler. De starter alle med symbolet backslash ’\’ altså en omvendt skråstreg. På Windows-computere indtaster man typisk backslash ved at tryk ’alt-gr’ (lige til højre for mellemrumstasten) sammen med den knap, der er lige til venstre for z. På Mac-computere indtastes backslash med ’Option+shift+7’ (shift+7 giver den normale skråstreg).

Eksempler:

mellemrum →

mellemrum → mellemrum →

Bemærk her hvordan to mellemrum nogle gange kan omdanne et symbol til en ’skabelon’, man kan udfylde. Det kan også gøres med skråstreg for at lave en skabelon til en brøk:

mellemrum →

Disse skabeloner kan være en fordel at anvende, da man så undgår at skulle skrive parenteser.

I WordMat-menuen i højre side, er der en knap der hedder ’Genveje’. Den viser en oversigt over tastaturgenvejene til WordMat og de mest anvendte genveje til matematikfelterne. Du kan også se disse oversigter på de følgende sider.

## Oversigt Genveje i matematikfelter

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | / |  | \eller > |  | \ |  | \ |
|  | ^ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \_ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \\\ |
|  | \ |  | \ |  | \dd / \dd x  *Differential d* |  | \\ |
|  |  |  | \ |  | ( ) space enter |  |  |
|  | \ |  | \\\leftarrow |  | \ |  | \ |
|  |  |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ b |
|  | \ |  | \ |  | \ |  | \ |

**OBS:** der findes mange flere end disse genveje og du kan endda lave dine egne.

Åben ’Filer / indstillinger’ og vælg ’korrektur / Indstillinger for autokorrektur’ og til slut fanen ’Matematisk autokorrektur’

## Oversigt over Tastaturgenveje i WordMat

Mac: *I nedenstående skal ’Alt’ erstattes med ’Option’*

WordMat reserverer en række tastaturgenveje i Word. De indebærer at man holder alt-knappen(Option på Mac) inde, mens man trykker på et bogstav. Man kan selv vælge hvad der skal ske, når man trykker på en bestemt genvejstast, men der er nogle af genvejene der er sat på forhånd. Man kan ændre tastaturgenveje ved at klikke på ’Genveje’ i WordMat-menuen i højre side.

Nyt Matematikfelt Alt+M

Forrige resultat(er) Alt+R

Formelsamling Alt+F

Beregn Alt+b eller AltGr+Enter

Løs ligning Alt+L

Indstillinger Alt+j

Definer: Alt+D

Slet definitioner: Alt+S

Plot Graf Alt+P

Omskriv Alt+O

Konverter LaTex Alt+T

Om ’alt + r’ genvejen:  
Indsætter resultat fra forrige matematikfelter. Ved gentagne tryk hoppes længere tilbage. For hvert tryk hoppes et lig-med tegn eller matematikfelt tilbage. Udtryk på kun et tegn springes over.

Når du har det rigtige udtryk, konverteres det nemt til professionelt layout vha. pil til høje og mellemrum

# Indstillinger

WordMat’s indstillinger tilgås via menuen, i venstre side. Her kan man ændre de mest anvendte indstillinger direkte fra menuen eller trykke på det lille tandhjul for at åbne alle indstillingerne. Standard tastaturgenvejen til at åbne indstillingerne er ’alt + j’.

## Antal cifre

Man kan direkte i menuen angive om WordMat skal regne med:

* Et antal cifre efter kommaet
* Betydende cifre
* Videnskabelig notation

Antallet af cifre kan sættes fra 2 til 16.

Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, skærmbillede, linje/række

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

I nedenstående eksempler er antal cifre sat til 4, og beregningen er foretaget med hver af de 3 indstillinger:

Antal cifre:

Betydende cifre:

Videnskabelig notation:

Når WordMat er sat til at regne med betydende cifre, skiftes automatisk til videnskabelig notation, når det er nødvendigt. Det betyder, at hvis man sætter antal cifre lavt, fx til 2 cifre, så bliver der hurtigt angivet i videnskabelig notation. Eksempel:

## Eksakt / Numerisk

Har tre indstillingsmuligheder

Num Forsøger altid at angive resultatet som et decimaltal. Hvis der indgår variable i udtrykket vil  
alle ikke-variable reduceres til decimaltal.

Eksakt Resultatet vil blive forsøgt returneret helt eksakt. Det kan dog være at det er nødvendigt at  
reducere til decimaltal, fx hvis udtrykket ellers bliver meget langt.

Med Eksakt udføres også en mere avanceret simplificering af udtrykket, end med auto og num. Dog med risiko for i sjældne tilfælde at beregningen tager meget lang tid. Tryk da stop og prøv med auto.

Auto Ved beregn angives som udgangspunkt både det eksakte og numeriske resultat,   
medmindre de er identiske. Ved ligningsløsning angives som udgangspunkt det eksakte resultat, men toleransen for hvor stort et udtryk der accepteres, inden der reduceres til decimaltal er lavere end for indstillingen - eksakt. Ligeledes hvis der indgår decimaltal i udtrykket returneres resultatet som decimaltal.

**Meget høj præcision**

Øger antallet af cifre på decimaltal ved interne beregninger. Det kan være en fordel ved visse beregninger hvor der indgår mange beregninger, da usikkerheden ellers akkumulerer og vil kunne ses på resultatet.

Eksempel: *(beregn ikke føgende eksakt da WordMat låser)*

Først uden høj præcision:

De røde tale er ikke korrekte. Her med høj præcision:

Ulempen er at det er ikke gennemtestet, da det gør brug af en helt anden taltype i Maxima, og det vil sænke hastigheden lidt. Virker pt. Kun ved beregning, ikke ligningsløsning mm.

## CAS motor

De fleste beregninger i WordMat foretages af et underliggende matematikprogram, et såkaldt CAS-program (CAS står for Computer Algebra System).

Standardprogrammet er Maxima, som i de fleste tilfælde er det bedste valg. Her listes fordele og ulemper:

|  |  |
| --- | --- |
| **CAS motor** | **Beskrivelse** |
| Maxima | Maxima er et CAS program med mange styrker.  Ulempen med Maxima er, at det er et ældre open source program med en række frivillige udviklere, der afhænger af andre programmer. Ved den årlige opdatering af Mac-OS styresystemet, har der flere gange været problemer med at det nye styresystem ikke er helt bagud kompatibelt med Maxima, og det har taget tid at få det til at virke igen. |
| GeoGebra | Er egentlig indført som et backupsystem til Maxima. CAS-systemet i GeoGebra fungerer dog fint. Der vil være problemer som Maxima løser bedre og omvendt er der problemer som GeoGebra løser bedre.  På Mac-computere kræver det, at der sættes et bestemt flueben i Safari, for at dette kan virke, og det flueben sidder forskellige steder afhængig af MacOS-versionen. Der står dog en hjælpebeskrivelse og et link til en video på indstillingsfanen. |
| GeoGebra browser | Skal kun bruges i nødstilfælde. Hvis ingen af de andre CAS-motorer virker, kan det være at denne virker, da den er meget mere simpel. Den sender beregningen til GeoGebra, som viser resultatet i en browser (bruger ikke internet). Så skal man selv håndtere det derfra, og evt. kopiere tilbage til Word. |
| VBACAS | VBACAS er Eduap’s egenudviklede CAS-system. Det er ikke så avanceret som ovenstående, men udvikles løbende. Hvis det er slået til, vil WordMat først forsøge med VBACAS, og hvis det ikke kan foretage beregningen, vil den blive sendt videre til de andre.  Fordelene ved VBACAS er at det ikke kræver, at beregningen sendes ud af Word og tilbage. Det giver markant øget hastighed af beregninger, færre tekniske problemer, og bedre feedback omkring fejlindtastninger. *VBACAS er kun tilgængeligt for skoler med partnerskab.* |

Hvis Maxima ikke virker på Windows, kan der være hjælp at hente under ’avanceret’-fanen, da Word kan forbinde til Maxima på forskellige måder.

Man kan benytte de indbyggede funktioner i Maxima og GeoGebra, fx:

Se i dokumentationen for de respektive programmer, hvilke indbyggede funktioner der findes, eller i afsnittet ’Specielle funktioner’.

## Komplekse tal

Beregning med komplekse tal aktiveres i indstillinger på den første fane ’CAS’.  
Bogstavet *i* vil så være reserveret til den imaginære del af komplekse tal.

Eksempel: *kompleks til*

*Ligningen løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.*

Eksempel: *Kompleks fra*

Ligningen havde ingen løsninger indenfor ℝ for variabel x

Med Maxima som CAS-motor kan man også benytte disse indbyggede funktioner:  
realpart, imagpart, rectform, polarform, abs, arg

Eksempel:

Når man slår komplekse tal til, får man nedenunder også mulighed for at slå polær-notation output til.

Polær-notation er følgende

Eksempel: (radianer slået til)

Når komplekse tal er slået til, reserveres ∠ symbolet til denne notation.  
Det indtastes: \angle → ∠

Hvis polær-notation output slås til. Vil alle tal blive skrevet i polær notation som output.

Polær-notation afhænger af vinkelenhedsindstillingen:

Med grader:

Med radianer:

## Indsæt forklaring

Angiver en kort dokumenterende forklaring, når der udføres CAS-funktioner.

*Ligningen løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.*

## Vis løsningbetingelser

Hvis dette flueben er sat, skrives ved ligningsløsning hvilke betingelser der er for løsningen.

Eksempel:

*Ligningen løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.*

*Løsningsbetingelser:*

*Denne funktion er endnu ikke fuldt ud testet, og det kan ikke undgås ved komplicerede udtryk, at der gås på kompromis med stringensen, da betingelserne kan gælde forskellige løsninger, hvis der er flere.*

## Notation

## Separatorer

Med separatorer menes listeseparatorer og decimalseparatorer. I Danmark anvendes komma som decimalseparator og semikolon til listeseparator, mens der på engelsk anvendes punktum som decimalseparator og komma som listeseparator.

Eksempler:  
*Dansk Engelsk*  
12,345 (2;4) 12.345 (2,4)

Standardindstillingen er dansk. Dvs. der bruges komma som decimalseparator og semikolon som listeseparator.

Man anvender dog ofte komma på dansk som listeseparator, hvis det ikke kan misforstås ud fra konteksten. Derfor forsøger WordMat også at læse ud fra konteksten om et komma er en decimalseparator eller en listeseparator. Hvis komma er omgivet af tal på begge sider, så forstås det som decimalseparator ellers listeseparator. Dvs. man nemt kan få et komma til at virke som listeseparator, hvis man bare laver et mellemrum på den ene side af kommaet.

Eksempel:  
f(a,b) 1,23 her bruges begge steder komma, men de oversættes forskelligt.

Man kan dog ikke undgå at bruge semikolon ved fx

f(1,2;3,4)

medmindre man sætter mellemrum om kommaet

f(1,2 , 3,4)

Pas dog særligt på med funktioner af flere variable, som fx K(n,r). Det er meget nemt at komme til at skrive

i stedet for

## Indeks / sænket skrift

Det er muligt at anvende sænket skrift til at give variable og funktioner mere sigende navne. Eksempler:

I matematisk notation bliver sænket skrift dog også anvendt til at referere til elementer i lister, vektorer og matricer. Det kræver, at man i indstillingerne slår dette til.

Eksempel:

I en matrix kræves to indeks. Det første indeks er rækken, det andet er søjlen.

Vektorer bliver betragtet som nx1 matricer, så der skal det andet indeks også angives

*Pas på med komma som listeseparator! Ovenfor er der anvendt mellemrum om komma alle steder.*

Indeks kan også være variable eller udtryk. Her lægges alle elementerne i listen l sammen

Selv med indeks slået til, kan man sagtens bruge sænket skrift til at give variable og funktioner mere sigende navne, og man får mere frihed til at skrive hvad man vil som sænket skrift. Ulempen er at man skal passe på hvad man kalder sine indeks:

Her blev a’et i indekset sat til 1, så variabelnavnet ændrede sig. kan altså ikke tilgås.

Selvom indeks ikke er slået til, kan man godt tilgå elementer i lister mm. Notationen bliver dog lidt anderledes.

Denne måde at tilgå delelementer på kan fx anvendes ved beregning af middelværdi. Nedenstående er hentet direkte fra formelsamlingen. Det er så meningen, at man selv ændrer listerne til det sandsynlighedsfelt man har med at gøre.

## Automatisk backup

Words indbyggede funktion til Backup opretter ikke en egentlig backup, men kun genoprettelsesdata som måske kan bruges til at gendanne en tabt fil. Derfor har WordMat en udbygget backupfunktion.

WordMat gemmer hele backup-filer af dokumentet i mappen ’dokumenter/WordMat-backup’. WordMat gemmer en ny backup, når der foretages en ny beregning, dog tages der ikke backup hvis der er gået mindre end 5 minutter siden sidste beregning (De 5 minutter kan ændres). Som udgangspunkt gemmes de sidste 20 backup-filer, men det kan også ændres.

WordMat vil spørge, når den første beregning foretages, om der skal tages automatisk backup. Det kan ændres i indstillinger, så der altid tages backup eller aldrig.

## Avancerede Indstillinger

**Reparer tastaturgenveje**I sjældne tilfælde kan der opstå problemer, hvor WordMat’s tastaturgenveje ikke virker. Knappen ’Reparer tastaturgenveje’ forsøger at løse problemet. Det vil dog ikke altid virke. I så fald vil det højst sandsynligt virke at slette filen normal.dotm og genstarte Word.

På Windows er normal.dotm filen placeret i mappen ”%AppData%\Microsoft\Templates”

På Mac er normal.dotm filen placeret i ”~/Library/Application Support/Microsoft/Office/User Templates/”

**Genstart Maxima**Knap der genstarter Maxima. Knappen findes kun til Windows, da den ikke er relevant på Mac.  
Man burde ikke få for den, da WordMat gerne skulle genstartes automatisk ved fejl, men i tilfælde af uforklarlige fejl kan denne knap forsøges.

**Opdater automatisk**Hver gang WordMat startes vil det blive kontrolleret om der er en ny opdatering klar. Er det tilfældet vil du blive dirigeret til hjemmesiden, hvor den kan hentes. Hvis du har WordMat+ vil opdateringen blive hentet automatisk.

**Start WordMat automatisk med Word**  
Hvis denne krydses af, startes WordMat altid samtidigt med Word. Fordelen er, at man ikke får ventetid ved den første beregning. Har man en langsom computer vil man dog nok opleve at Word så tager længere tid om at starte op. Har man omvendt en nyere computer med flere processorer vil man ikke opleve at Word starter langsommere.

# Beregning

En beregning er en evaluering af et udtryk og resulterer oftest i et tal

En beregning kan foretages på 3 måder:

* Standard tastaturgenvej: Alt + B
* Klik Beregn i WordMat menuen

Eksempler:

Hvis udtrykket ikke kan evalueres til et tal, reduceres udtrykket. (Bemærk dog, at der findes mere avancerede metoder til reducering under punktet omskriv i menuen)

Eksempel:

Det der skal beregnes, skal være i et matematikfelt. Man kan markere en del af det der er i matematikfeltet, så er det kun det der bliver evalueret. Hvis cursoren bare står i et matematikfelt uden noget markeret, evalueres alt i feltet, medmindre der indgår ligmed-tegn. Da beregnes kun det til højre for det ligmed-tegn der står længst til højre. Man kan fx skrive

Resultatet indsættes umiddelbart efter udtrykket med et ligmed tegn imellem. Hvordan det skrives afhænger af indstillingerne (Eksakt eller numerisk mm.). Hvis auto er valgt vil der som udgangspunkt returneres to resultater. Et eksakt og et decimaltal, medmindre de er identiske.

## Logaritmer

10-talslogaritme:

Naturlig logaritme:

Som standard skrives output med den samme type logaritme som der er i input. Hvis der ingen logaritmer er i input er ln(x) standardvalg. Under indstillinger kan man tvinge output til enten log(x) eller ln(x).

Der understøttes logaritmer med vilkårlig base i input:

## Underforståede gangetegn

WordMat forsøger at indsætte underforståede gangetegn der hvor det ikke er tvetydigt. Eksempler:

Der hvor det kan være tvetydigt er når et bogstav står foran en parentes da det forstås som en funktion.

bliver ikke til da det opfattes som funktionen a.

bliver ikke til da det opfattes som variablen x2.

bliver ikke til da det opfattes som variablen ab.

# Definition af variable og funktioner

Man kan definere variable og funktioner, som så kan benyttes i de følgende udtryk. Definitioner kan laves på flere forskellige måder, og der kan defineres flere udtryk i et matematikfelt hvis de adskilles af listeseparator (komma eller semikolon afhængig af indstillingerne).

***Eksempler på variabel-definitioner:***

Definition ved at starte ligningsboks med *definer: (Alt+d)*

Definition ved at bruge ≔ eller ≡ eller

Genvejen til er \equiv

Genvejen til er \defeq (men virker ikke på alle computere ?!)

Nu kan følgende beregninger foretages:

Bemærk at der skelnes mellem store og små bogstaver i variabel- og funktionsnavne. Dvs. f(x) og F(x) er ikke den samme funktion. Definitionsnavne kan være både et eller flere bogstaver. Der kan anvendes sænket skrift i et navn og tal, men et navn må ikke starte med et tal. Gængse græske bogstaver understøttes også. De indtastes som fx \rho .   
Variabeldefinitioner kan indeholde andre variabelnavne.

Det er tilladt at placere alle de mellemrum man synes er passende i matematikfeltet for at gøre det mere læsevenligt.

En definition kan bruges fra det punkt i dokumentet definitionen foretages og fremefter indtil der kommer en af følgende kommando. (Alt+S)

Den sletter alle definitioner. Husk at bruge den når du ikke længere har brug for definitionerne, da man nemt kan komme til at bruge samme variabel senere hen. Bemærk også at hastigheden af beregninger kan påvirkes hvis man bruger definitioner meget. Hvis man husker at bruge ’slet def:’ undgår man at hastigheden påvirkes nævneværdigt i store dokumenter.

Man kan også slette enkelte variable og funktioner:

Sletter a og funktionen f(x)

I menuen er der et punkt der hedder definitioner. Det kan bruges hvis man ikke kan huske syntaksen for hvad man skal skrive for at definere variable mm.

***Eksempler på funktionsdefinitioner:***

Definitionerne kan så bruges til at beregne fx:

Eller definitioner kan bruges til ligningsløsning

Det er også muligt at definere funktioner af flere variable. Man skal så være opmærksom på hvilken listeseparator man har valgt.

Bemærk, at WordMat afgør listeseparator ud fra kontekst, så man kan godt skrive f(x,y) men ikke f(2,3) medmindre man laver mellemrum ved kommaet: f(2 , 3).

***Stykkevis definerede funktioner***

Bemærk, at der kan bruges forskellige skrivemåder til angivelse af definitionsmængder. Man kan benytte og , men man kan også skrive OR, AND, or, and.

Stykkevisdefinerede funktioner kan også indtastes uden definition og plottes med GnuPlot eller GeoGebra.

***Eksempler på ligningsdefinition***

Det er nok ikke noget man så ofte vil benytte, men det kan lade sig gøre

Denne ligning kan så refereres og løses fx for r

*Ligningen løses for r vha. CAS-værktøjet WordMat.*

Bemærk at når man løser en ligning på denne måde kan WordMat ikke automatisk finde variablene og man får en advarsel om at der ikke er et lig-med tegn i ligningen.

## Fysiske konstanter

Under menuen definitioner er der et punkt der hedder ’fysiske konstanter’. Vha. denne kan man nemt indsætte definitioner af de mest gængse fysiske konstanter og mest brugte tabelværdier. Marker de konstanter der skal bruges og tryk OK, så indsættes disse som definitioner i dokumentet.

Eksempel:

## Antagelser

Det er muligt at indskrænke løsninger til ligninger ved på forhånd at indskrænke definitionsmængden

Eksempler:

Antagelserne kan også indtastes i feltet med midlertidige definitioner/antagelser, når der løses ligninger. Her bruges tegnet # som .

Eksempel: (I indstillinger / avanceret / trigonometriske ligninger skal der sættes flueben ved alle løsninger)

Ligningen løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.

# Lister

En liste er en ordnet række af matematiske objekter. Det vil typisk være tal. Lister indtastes med kantede parenteser omkring, hvert element adskilt ad listeseparatoren. Fx

Lister kan defineres og indsættes i funktioner. Der kan udføres regneoperationer på dem mm.

Lister er typisk smarte at anvende når man skal lave mange af den samme type beregning.

*Eksempler:*

Se også afsnittet om indeks / sænket skrift for hvordan man tilgår de enkelte elementer i en liste.

I menuen diverse / Tabel kan man konvertere tabeller til lister og omvendt. Det kan bruges til at manipulere på en tabel eller dele deraf.

*Eksempel*: vi har følgende tabel

|  |  |
| --- | --- |
| **x** | **y** |
| 1 | 34,5 |
| 2 | 45,3 |
| 3 | 51,1 |
| 4 | 60,3 |
| 5 | 67,7 |

Vi vil gerne trække 30 fra tallene i 2. kolonne og tage log af resultatet.

Først markeres tallene i højre kolonne og i menuen findes ’Diverse / Tabel / Tabel→Liste’

Så defineres listen ved skrive L≔ foran. Nu udføres konverteringen af dataene

Så markeres listen og i menuen findes ’Diverse / Tabel / Liste→Tabel’

|  |
| --- |
| 0,6532125 |
| 1,184691 |
| 1,324282 |
| 1,481443 |
| 1,576341 |

Kolonnen kan nu kopieres ind i tabellen vi startede med

|  |  |
| --- | --- |
| **x** | **y** |
| 1 | 0,6532125 |
| 2 | 1,184691 |
| 3 | 1,324282 |
| 4 | 1,481443 |
| 5 | 1,576341 |

# Ligningsløsning

For at løse en ligning skal den tastes ind vha. ligningseditoren. Hele ligningen kan markeres med cursoren, men hvis alt i matematikfeltet er ligningen skal cursoren bare stå i matematikfeltet når der trykkes på ’løs ligning(er)’ eller genvejen: Alt+L benyttes.

Hvis WordMat ikke kan løse en ligning, kan det nogle gange lykkes hvis man bruger bogstaver alle steder og sætter tallene ind bagefter, andre gange er det bedre at tallene sættes ind først. Det kan også være en fordel at sætte decimaltal i stedet for brøker, men ikke altid.

Tiden det tager at finde en løsning kan være meget forskellig afhængig af typen af ligning.

Hvis det ikke lykkes at løse ligningen symbolsk bliver man tilbudt at anvende numeriske metoder.

Eksempler på ligninger der kan løses symbolsk:

Ligninger kan også løses for deludtryk. Fx kan man løse en cosinusrelationer for cos(C) i stedet for bare C(kræver dog vinkel sat til radianer). Eller løs kapitalfremskrivningsformlen for 1+r.

Man skal da indtaste deludtrykket i feltet hvor man selv kan taste. Det kommer ikke på listen over variable.

Man kan også løse en ligning for en funktion der indgår.

Kan fx løses for f(x), men så skal man selv skrive f(x), det kommer ikke på listen over variable.

Ved trigonometriske ligninger som fx

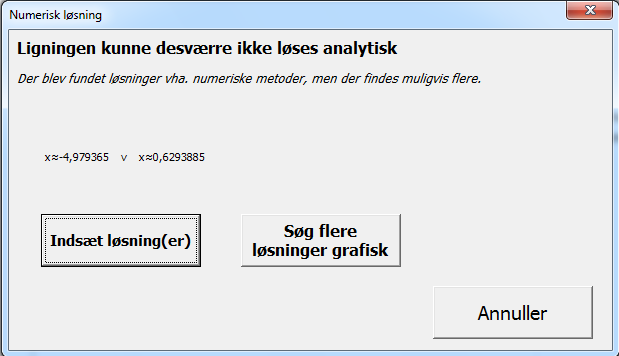
Kommer der kun 1 løsning. Hvis man ønsker alle løsninger til trigonometriske ligninger skal man først gå i indstillinger / avancerede / Trigonometriske ligninger og sæt til ”alle løsninger”.

Hvis der indgår flere variable i ligningen kan man sætte variablene til en værdi i feltet der fremkommer når man skal vælge variabel. Disse definitioner gemmes ikke, men noteres i dokumentet hvis forklaringer er slået til.

## Numerisk ligningsløsning

Hvis en ligning ikke kan løses analytisk og der kun er en ubekendt i ligningen foreslås automatisk numerisk løsning, men i menuen under ’løs ligning(er)’ kan man også aktivt vælge at ’løse ligningen vha. numeriske metoder’.

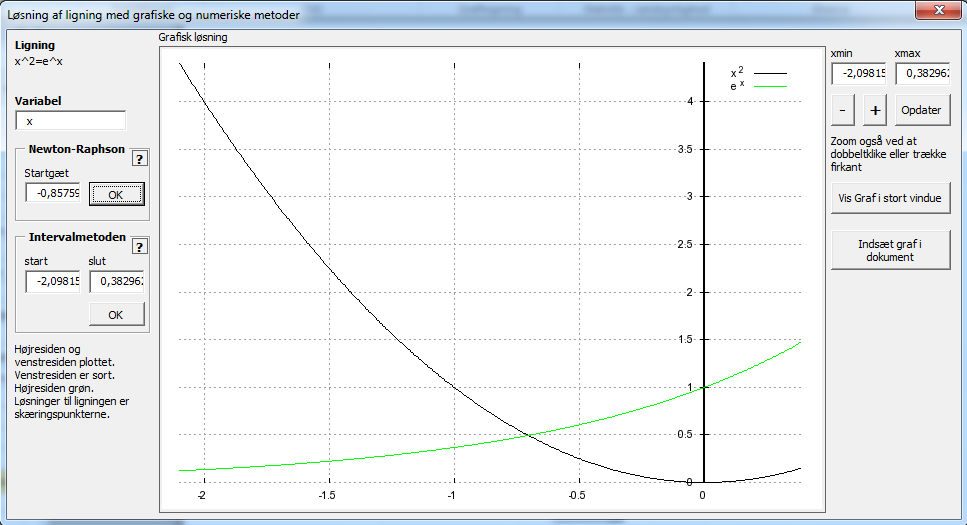
**Eksempel:**



WordMat forsøger at finde alle løsninger til ligningen, men der er ingen garanti for at alle løsninger findes, og det kan godt tage lidt tid. Løsninger skrives efterhånden som de findes, så man kan godt opleve at feltet med løsninger lige så stille vokser.

Bemærk også den midterste knap, der gør det muligt at løse ligningen grafisk.

**Eksempel:**



Man får automatisk vist en graf hvor venstresiden og højresiden af ligningen er plottet. Løsninger til ligningen er x-koordinaten til skæringspunkterne. Man kan zoome ud for at få et overblik over hvor mange løsninger der findes og zoome ind på en bestemt løsning for at bestemme den mere præcist.

Når man har zoomet ind på en løsning kan man vælge mellem to forskellige numeriske metoder der hver har deres fordele.

*Interval-metode*

Denne metode tager et interval som input. Som standard sættes dette til det der vises i grafvinduet. Der skal være præcis én løsning i intervallet ellers returneres en fejl. Dette er den mest pålidelige metode hvis man har zoomet ind og fundet én løsning i vinduet.

*Newton-Raphson metoden*

En hurtig og effektiv metode der ud fra et startgæt på en løsning, kan finde en meget præcis løsning. For en nærmere beskrivelse se Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Newton's_method>

Desværre har Newton-Raphson metoden også sine ulemper.

* Hvis der ingen løsninger er, går den i en uendelig løkke og det bliver nødvendigt at trykke på stop.
* Selvom der er en løsning er der ingen garanti for at den findes, specielt hvis startgættet er langt fra.
* Der findes kun 1 løsning, selvom der er flere. Hvilken løsning der findes afhænger af startgættet.
* Man kan risikere at der findes en løsning som ikke er en rigtig løsning

WordMat kan også løse ligningssystemer numerisk. Da er det en af-art af Newtons metode der anvendes med startgæt på hver variabel.

## Uligheder

Løsningen af uligheder sker på samme måde som ligninger, men metoden er dog ikke helt så stærk som når man løser ligninger, så hvis det ikke lykkes kan man forsøge med en ligning eller ligning med numeriske/grafiske metoder.

Ligningssystemer med uligheder understøttes ikke endnu.

*Eksempler:*

*Uligheden løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.*

*Lidt mere komplekst*

*Uligheden løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.*

Programmet Graph har en udmærket funktion til grafisk at vise løsninger til uligheder. Hvis en ulighed markeres og der trykkes Graph, bliver løsningen vist automatisk.

**

## Ligningssystemer

Skriv ligningerne i ligningssystemet lige efter hinanden i forskellige ligningsbokse. Marker ligningerne i ligningssystemet og vælg ’Løs ligning(er)’, eller brug Alt+L.

Alternativt kan man angive alle ligningerne i samme matematikfelt adskilt af ∧ (indtastes \wedge )

Der skal løses for det samme antal variable som der er ligninger.

Bemærk også funktionen ’eliminer variabel’ under ’løs ligning’ der kan bruges til at reducere et ligningssystem til færre ligninger, med bestemte variable elimineret.

Bemærk også at rækkefølgen af ligningerne kan påvirke resultatet.

Eksempler:

Udledning af formel for a og b i potensfunktion

*Ligningssystemet løses for b,a vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs Ligninger funktion',*

*Skæring mellem cirkel og linje*

*Ligningssystemet løses for x,y vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs Ligninger funktion',*

## Differentialligninger

WordMat kan løse ordinære differentialligninger af 1. og 2. grad.

Man kan bruge den samme gængse notation som for differentialregning. Her er tre forskellige måder at indtaste den samme differentialligning.

OBS: Man skal bruge differential d \dd for at ovenstående virker.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Differentialligningen løses ved at vælge ”Løs Differentialligning” under ”Løs Ligning(er)”. Så kommer dette vindue op.  WordMat forsøger at identificere hvad der er uafhængig variabel og hvad der er afhængig. Kontroller om det er rigtigt.  Hvis der i differentialligningen indgår funktion som fx f(x) i stedet for variabel som fx y. så skal man skrive funktionen som f(x) og ikke bare f.  Indsæt evt. startbetingelse. Hvis der ingen indtastes får man bare den generelle løsning med c som konstant. |

Resultatet af ovenstående bliver:

Differentialligningen løses vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs differentialligning' funktion

Hvis man angiver en startbetingelse vil denne også blive angivet i kommentaren.

Eksempel på differentialligning af 2. grad.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Her får man yderligere muligheder idet man her kan vælge mellem at indtaste begyndelsesbetingelser eller randbetingelser. Hvis ingen indtastes får man den generelle løsning med konstanterne c1 ogc2  Begyndelsesbetingelser  Udfyld de to første y(..)= og y’(..)=  Randbetingelser:  Udfyld den første y(..)= og den sidste y(..)= |

Resultatet af ovenstående bliver:

Differentialligningen løses vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs differentialligning' funktion med randbetingelserne y(0)=1 og y(1)=2

Her løses den logistiske differentialligning helt generelt

*Differentialligningen løses vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs differentialligning' funktion*

En anden logistisk hvor der angives en startbetingelse:

*Differentialligningen løses vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs differentialligning' funktion med startbetingelsen N(0)=100*

Bemærk at man kan få tegnet retningsfeltet og tilhørende integralkurver. for en 1. ordens differentialligning på formen

Se graftegning / retningsfelt.

## Koblede differentialligninger

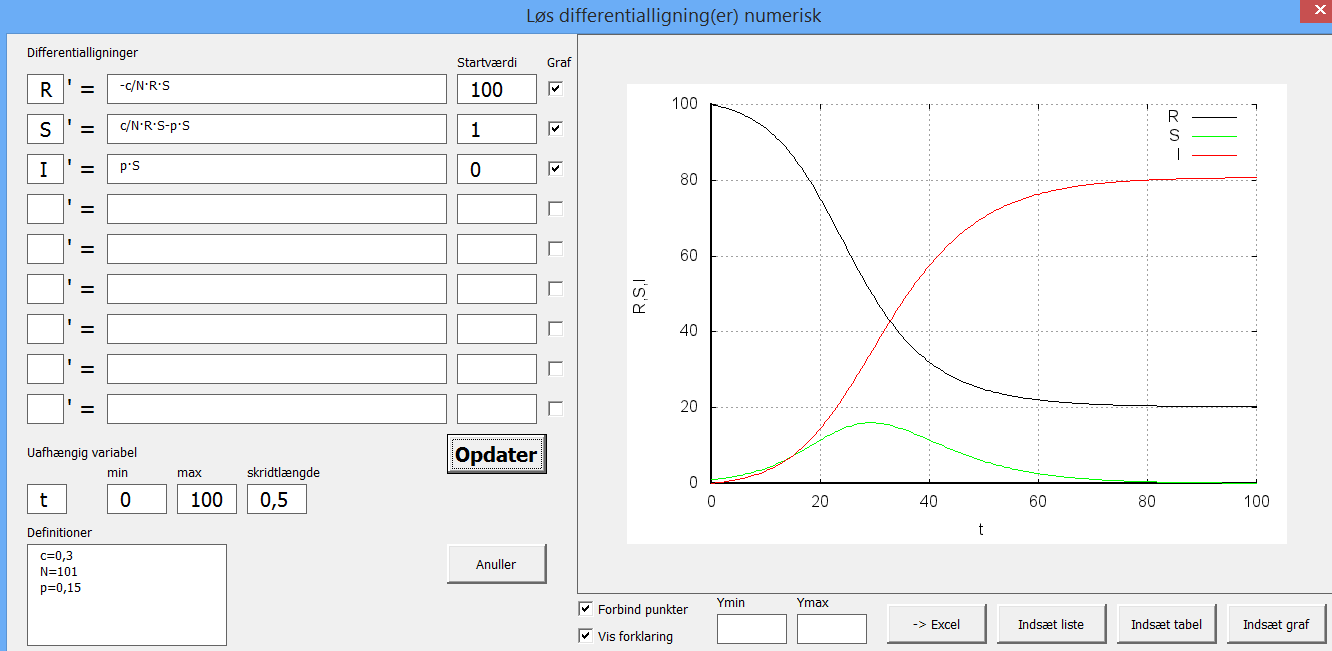
WordMat har en indbygget funktion til numerisk løsning af en eller flere koblede differentialligninger.

Differentialligninger løses vha. Runge-Kutta 4. ordens metode.

Funktionen findes ved at trykke yderst til højre på ’løs ligning(er)’-knappen. Man kan taste Differentialligningerne i dokumentet, markere dem og dernæst aktivere funktionen. Eller man kan taste funktionerne direkte ind i vinduet. Variablene må ikke tastes som funktioner. (dvs N ikke N(t))

Her gives et eksempel på løsning af 3 koblede differentialligninger (SIR-sygdomssprednings model)

Markeres, ’løs koblede differentialligning(er) numerisk’ aktiveres og dernæst sættes konstanterne som følger: c=0,3 N=101 p=0,15. Startværdierne sættes som på følgende figur og der trykkes ’Opdater’. (Beregningen kan tage tid. Specielt afhængig af skridtstørrelsen)



Dernæst kan følgende graf indsættes i Word:

WordMat|1.04|c=0,3
N=101
p=0,15||t|R|0|100||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||0;100
0,5;99,84601
1;99,68059
1,5;99,50293
2;99,31221
2,5;99,10757
3;98,88807
3,5;98,65277
4;98,40064
4,5;98,13065
5;97,84168
5,5;97,53262
6;97,20229
6,5;96,84947
7;96,47294
7,5;96,07142
8;95,64364
8,5;95,18831
9;94,70413
9,5;94,18983
10;93,64412
10,5;93,0658
11;92,45367
11,5;91,80661
12;91,12359
12,5;90,40367
13;89,64601
13,5;88,84994
14;88,01492
14,5;87,14061
15;86,22683
15,5;85,27365
16;84,28134
16,5;83,25044
17;82,18174
17,5;81,07629
18;79,93541
18,5;78,76071
19;77,55405
19,5;76,31757
20;75,05364
20,5;73,7649
21;72,45417
21,5;71,12446
22;69,77895
22,5;68,42093
23;67,0538
23,5;65,68099
24;64,30595
24,5;62,93211
25;61,56285
25,5;60,20144
26;58,85103
26,5;57,51463
27;56,19506
27,5;54,89494
28;53,61668
28,5;52,36245
29;51,13421
29,5;49,93366
30;48,76227
30,5;47,62126
31;46,51165
31,5;45,43421
32;44,38952
32,5;43,37796
33;42,39973
33,5;41,45486
34;40,54324
34,5;39,6646
35;38,81857
35,5;38,00467
36;37,22233
36,5;36,4709
37;35,74967
37,5;35,05787
38;34,39468
38,5;33,75927
39;33,15078
39,5;32,56831
40;32,01098
40,5;31,4779
41;30,96818
41,5;30,48094
42;30,0153
42,5;29,57041
43;29,14542
43,5;28,73953
44;28,35193
44,5;27,98185
45;27,62854
45,5;27,29126
46;26,96933
46,5;26,66205
47;26,36878
47,5;26,08889
48;25,82178
48,5;25,56687
49;25,32361
49,5;25,09147
50;24,86993
50,5;24,65851
51;24,45675
51,5;24,26421
52;24,08045
52,5;23,90507
53;23,7377
53,5;23,57794
54;23,42546
54,5;23,27992
55;23,141
55,5;23,00838
56;22,88179
56,5;22,76094
57;22,64557
57,5;22,53542
58;22,43026
58,5;22,32985
59;22,23398
59,5;22,14244
60;22,05502
60,5;21,97155
61;21,89183
61,5;21,8157
62;21,743
62,5;21,67356
63;21,60724
63,5;21,54389
64;21,48339
64,5;21,4256
65;21,37039
65,5;21,31766
66;21,26729
66,5;21,21916
67;21,17319
67,5;21,12927
68;21,08731
68,5;21,04722
69;21,00892
69,5;20,97232
70;20,93735
70,5;20,90395
71;20,87202
71,5;20,84152
72;20,81237
72,5;20,78452
73;20,75791
73,5;20,73248
74;20,70817
74,5;20,68495
75;20,66276
75,5;20,64155
76;20,62128
76,5;20,6019
77;20,58339
77,5;20,5657
78;20,54879
78,5;20,53263
79;20,51718
79,5;20,50242
80;20,48831
80,5;20,47483
81;20,46194
81,5;20,44962
82;20,43785
82,5;20,4266
83;20,41584
83,5;20,40556
84;20,39573
84,5;20,38634
85;20,37737
85,5;20,36878
86;20,36058
86,5;20,35274
87;20,34525
87,5;20,33809
88;20,33124
88,5;20,32469
89;20,31844
89,5;20,31246
90;20,30674
90,5;20,30128
91;20,29606
91,5;20,29106
92;20,28629
92,5;20,28173
93;20,27737
93,5;20,2732
94;20,26922
94,5;20,26541
95;20,26177
95,5;20,25829
96;20,25496
96,5;20,25178
97;20,24874
97,5;20,24583
98;20,24305
98,5;20,2404
99;20,23786
99,5;20,23543
100;20,23311
|0;1
0,5;1,076163
1;1,157852
1,5;1,245425
2;1,339255
2,5;1,439731
3;1,547259
3,5;1,662256
4;1,785154
4,5;1,916395
5;2,056432
5,5;2,205722
6;2,364727
6,5;2,533909
7;2,713726
7,5;2,904625
8;3,107039
8,5;3,321381
9;3,548033
9,5;3,787344
10;4,039616
10,5;4,305097
11;4,583973
11,5;4,876352
12;5,182259
12,5;5,501623
13;5,834264
13,5;6,179884
14;6,538054
14,5;6,908209
15;7,289635
15,5;7,681464
16;8,082669
16,5;8,492061
17;8,908287
17,5;9,329839
18;9,75505
18,5;10,18212
19;10,6091
19,5;11,03395
20;11,45452
20,5;11,8686
21;12,27392
21,5;12,66823
22;13,04924
22,5;13,41475
23;13,76262
23,5;14,0908
24;14,39739
24,5;14,68065
25;14,93902
25,5;15,17113
26;15,37585
26,5;15,55226
27;15,6997
27,5;15,81773
28;15,90617
28,5;15,96504
29;15,99461
29,5;15,99536
30;15,96796
30,5;15,91325
31;15,83225
31,5;15,7261
32;15,59606
32,5;15,4435
33;15,26985
33,5;15,07661
34;14,8653
34,5;14,63749
35;14,39472
35,5;14,13854
36;13,87047
36,5;13,592
37;13,30456
37,5;13,00954
38;12,70827
38,5;12,40202
39;12,09197
39,5;11,77925
40;11,46492
40,5;11,14994
41;10,83522
41,5;10,52159
42;10,20982
42,5;9,900589
43;9,594526
43,5;9,29219
44;8,994081
44,5;8,70064
45;8,412254
45,5;8,129257
46;7,851937
46,5;7,580534
47;7,315251
47,5;7,056248
48;6,803651
48,5;6,557555
49;6,318023
49,5;6,085093
50;5,858776
50,5;5,639064
51;5,425926
51,5;5,219317
52;5,019172
52,5;4,825415
53;4,637957
53,5;4,4567
54;4,281533
54,5;4,112341
55;3,949001
55,5;3,791385
56;3,639358
56,5;3,492786
57;3,35153
57,5;3,215447
58;3,084397
58,5;2,958237
59;2,836823
59,5;2,720014
60;2,607668
60,5;2,499646
61;2,395807
61,5;2,296017
62;2,20014
62,5;2,108045
63;2,0196
63,5;1,93468
64;1,853161
64,5;1,77492
65;1,699841
65,5;1,627806
66;1,558705
66,5;1,492428
67;1,42887
67,5;1,367927
68;1,309499
68,5;1,253491
69;1,199809
69,5;1,148362
70;1,099062
70,5;1,051825
71;1,00657
71,5;0,9632175
72;0,9216911
72,5;0,8819177
73;0,8438266
73,5;0,8073494
74;0,7724206
74,5;0,7389768
75;0,7069572
75,5;0,6763032
76;0,6469585
76,5;0,6188688
77;0,5919821
77,5;0,5662482
78;0,5416191
78,5;0,5180485
79;0,495492
79,5;0,4739071
80;0,4532527
80,5;0,4334897
81;0,4145802
81,5;0,3964882
82;0,379179
82,5;0,3626191
83;0,3467769
83,5;0,3316216
84;0,3171238
84,5;0,3032556
85;0,2899899
85,5;0,2773009
86;0,2651638
86,5;0,2535549
87;0,2424514
87,5;0,2318317
88;0,2216749
88,5;0,2119609
89;0,2026707
89,5;0,1937859
90;0,1852889
90,5;0,1771631
91;0,1693923
91,5;0,1619611
92;0,1548548
92,5;0,1480593
93;0,141561
93,5;0,1353471
94;0,1294052
94,5;0,1237234
95;0,1182904
95,5;0,1130954
96;0,108128
96,5;0,1033783
97;0,09883679
97,5;0,09449435
98;0,09034233
98,5;0,08637239
99;0,08257658
99,5;0,0789473
100;0,07547726
||True|True|2|2|||true|false|false|false|

Bemærk at man også kan hente de beregnede punkter over i Excel, hvis man vil arbejde videre med dem, evt. få dem plottet vha. Excel eller andet graf-program.

### Koblede differentialligninger med Excel og Eulers metode

Excel kan ret nemt anvendes til dette formål og giver en oplagt mulighed til at få indsigt i hvordan Excel fungerer og hvordan man laver numeriske beregninger.

Her er et eksempel lavet som indlejret excelark.



Man sætter evt. konstanter der skal anvendes i beregningerne. Laver en kolonne for den uafhængige variabel (her t) og en for hver af de afhængige variable og deres afledte.

Der indsættes et passende antal værdier for den uafhængige variabel. (her fra 0 til 100)

Der indsættes startværdier for de afhængige variable (her R=100, S=1, I=0)

De afledte beregnes vha. differentialligningerne , startværdierne og evt. konstanter.

I næste række kan de nye værdier for de uafhængige variable beregnes, vha. lineær fremskrivning. Fx

Således forsættes hele rækken og nu kan formlerne trækkes ned og der kan konstrueres et diagram fra punkterne.

Efterfølgende kan man forsøge at ændre konstanter og inddeling for at se hvordan grafen ændrer sig.

# Graftegning

Der findes 4 forskellige programmer der kan bruges til at tegne grafer. De har hver deres fordele, og hvilke man vælger at anvende vil nok afhænge af det niveau der undervises på.

Under Indstillinger/graf kan man vælge hvilken af de 4 graf-programmer man som standard vi anvende. Det er så dette program der aktiveres når man trykker ”Vis graf” eller trykker alt+P.

Trykker man nederst på knappen ”Vis graf” kan man umiddelbart vælge mellem alle 4 grafprogrammer. Standardprogrammet er altså bare lidt mere til gængeligt.

Princippet er at man i Word markerer det man vil have plottet. Fx et funktionsudtryk og/eller punkter fra en tabel. Så overføres og plottes det valgte samt definitioner til grafprogrammet, når man trykker vis graf. WordMat sørger for at notationen passer.

Der er dog elementer som ikke kan vises af alle grafprogrammer.

*GnuPlot*

Standard graffunktion. Den hurtigste og den eneste der er 100% kompatibel med Maxima. Funktionsudtryk kan derfor benytte sig af definitioner og der kan indgå afledte funktioner og integraler mm.

Når der trykkes vis graf og der er markeret et udtryk bliver dette automatisk vist.

Der kan plottes forskrifter, ligninger, parameterfremstillinger, punkter, vektorer mm.

Der kan zoomes ved at trække et rektangel omkring det område der vil zoomes ind på. Dobbeltklik for at centrere(flytte) og zoome.

Grafen kan nemt indsættes som billede i Word, og alle indstillinger gemmes i billedet så det kan redigeres ved at dobbeltklikke på det igen. Størrelsen af billedet kan nemt ændres, og alle Words billedredigeringsfunktioner kan anvendes på billedet af grafen og der kan tilføjes diverse vha. autofigurer.



Begrænsningerne er at man ikke kan udføre ret mange beregninger direkte via. Grafen, som fx at finde en tangent. Zoom ind/ud er ikke glidende.

Man kan også åbne grafvinduet i GnuPlot direkte. Det giver adgang til følgende muligheder:

* Forneden vises hele tiden musens koordinater i koordinatsystem.
* Der kan zoomes ved at trykke højremuseknap flytte musen så der markeres en firkant og trykke højre museknap igen.
* Tryk a eller u for at komme tilbage til udgangspunktet.
* For at kopiere billede til Word:  
  Højreklik på menulinjen, vælg options og dernæst ’copy to clipboard’. Luk nu grafvinduet og indsæt i Word.
* Tryk r for lineal(ruler) så kan man måle afstande i koordinatsystemet
* Tryk g (grid) for at tænde/slukke tern

*Graph:*

Graph er meget brugervenligt, hurtigt og har mange funktioner, men ikke så mange som GeoGebra. Man kan indsætte funktioner, punkter, differentiere, tangenter, arealer, løse uligheder mm.

Bemærk: Hvis man dobbeltklikker på grafen i dokumentet åbnes Graph igen og man kan redigere videre.



Bemærk at Graph tager længere tid at åbne hvis der er definitioner eller markeret noget, da overførslen til Graph tager lidt tid. Definerede funktioner plottes ikke automatisk, men vil stå på listen yderst til venstre. Hak fluebenet af ved siden af forskriften for at vise grafen. Definerede konstanter og funktioner kan redigeres i Graph ved at trykke på det lille ikon med *f(t)* midt i værktøjslinjen.

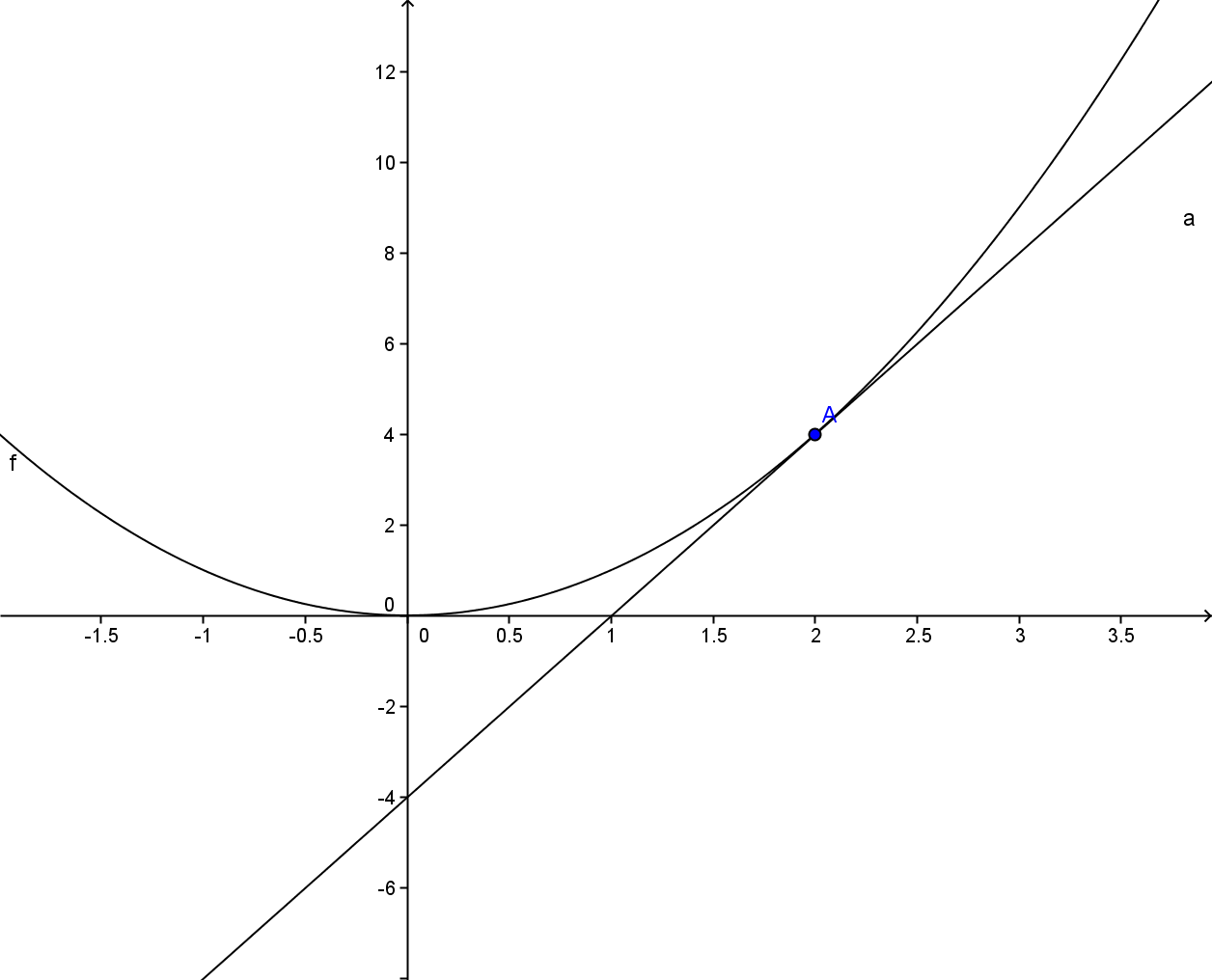
*GeoGebra:*

Meget stærkt program til både geometri og graftegning. Klart det grafprogram med flest muligheder.

Ulempen er at programmet har en lidt stejlere indlæringskurve, og at resultatet ikke umiddelbart kan indsættes så man senere kan redigere i det igen.

Resultatet kan kopieres ind i Word som et billede, vha. funktionen ”kopier tegning” i GeoGebra.

Det kan dog delvist lade sig gøre vha. funktionen ”indsæt GeoGebra objekt”, men GeoGebra-filen er da repræsenteret som et lille ikon i Word og ikke en graf.



Bemærk at x skal være den uafhængige variabel. Indgår ikke et x i udtrykket, bliver man spurgt om hvilken variabel der så er den uafhængige variabel. Alternativt kan angive en funktionsforskrift, hvor den uafhængige variabel er angivet:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Konstanter der indgår i udtrykket indsættes automatisk som skydere.  Man bliver dog lige spurgt hvad startværdien skal være, hvis de ikke er definerede i forvejen |

*Excel:*

Laver pæn graf der kan indsættes indlejret i Word, så den senere kan åbnes og redigeres igen. Kan indstilles på mange måder. Men det fungerer lidt langsomt.

Under Indstillinger/graf er der et flueben der afgør om grafen indsættes indlejret i Word-dokumentet eller åbnes i Excel eksternt.



Der er en funktion til nemt at markere et punkt på en graf med en rød stiplet linje, samt bestemme tangent. Det er nemt at indtaste op til 3 forskellige punktserier, og konstanter i funktionsudtryk redigeres vha. celler i regnearket reserveret til dette.

## 3D-Grafer

Vælges i menuen. Der kan plottes forskrifter, ligninger, vektorer, parameterfremstillinger og punkter.

Man kan indtaste forskrift, ligning eller vektor i Word matematikfelt og trykke ’3D plot’ menuen så bliver det automatisk indsat. Der er en del indstillinger der kan påvirke hvordan figuren kommer til at se ud. Kvalitetsknappen styrer hvor punktet figuren bygges op ad. Jo højere kvalitet jo længere tid tager det at tegne figuren. Hvis der er flere figurerer og en meget høj kvalitet er valgt, kan det tage >1 minut.

Eksempel:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Figuren viser  EnhedsKuglen  Parameterforestilling for linje  Tangentplan i punkt hvor linje og kugle skærer.  Normalvektor til planen |



Når 3D-plot vinduet er åbent kan man rotere figuren ved at trække rundt med venstre museknap trykket inde. Billedet kopieres til Word ved at højreklikke på menuen og vælge options og dernæst ’copy to clipboard’. Nu kan 3Dplot-vinduet lukkes og billedet sættes ind.

Følgende kommando kan også bruges til at lave 3D-grafer. Dog kun forskrifter.

**Omdrejningslegeme**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ved tryk på omdrejningslegeme-knappen under ”3D plot”.  Får man denne dialogboks.  Hvis cursoren stod i et udtryk bliver dette indsat.  Den indtastede funktionen drejes 360 grader om x-aksen, så der fremkommer 3D-figur.  Man kan indtaste to funktioner som begge drejes hvorved der kan fremkomme en mere kompliceret figur. |
|  | Når 3D-plot vinduet er åbent kan man rotere figuren ved at trække rundt med venstre museknap trykket inde. Billedet kopieres til Word ved at trykke ctrl+c, eller højreklikke på menuen og vælge options og dernæst ’copy to clipboard’. Nu kan 3Dplot-vinduet lukkes og billedet sættes ind. |

## Retningsfelt

Man kan få tegnet retningsfeltet og tilhørende integralkurver for en 1. ordens differentialligning på formen

Eksempel:

|  |  |
| --- | --- |
| WordMat|0.999|||||-5|5||||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1|||||||||||||||||||False|False|1,2|1,2|||True|False|False|True| | Ligningen markeres og der trykkes retningsfelt i menuen under ”Vis graf”.  Nu tegnes retningsfeltet og det er muligt at indtaste op til 5 punkter hvor der skal tegnes integralkurver til.  Det er også muligt at plotte alle mulige andre objekter i samme koordinatsystem.  Der er også mulighed for at åbne et interaktivt vindue hvor man kan trykke på et punkt hvor der skal tegnes integralkurver. Samt indsætte skydere der dynamisk kan ændre konstanter i ligningen. |

## Statistiske diagrammer

WordMat kan generere alle de statistiske diagrammer man typisk bruger i det danske Gymnasium. Det gøres vha. Excel-dokumenter. De kan enten åbnes eksternt i Excel eller indsættes indlejret i Word, det afhænger af indstillingen under Indstillinger/graf.

Indlejrede dokumenter har den fordel at man altid senere kan redigere dem ved at dobbeltklikke på dem, men desværre tager det en del tid at indsætte Excel-arket, hvis man har en langsom computer.

Når man er færdig med at redigere et indlejret ark trykkes bare udenfor arket og det gemmes i Word-dokumentet. Hvis man senere vil redigere i arket igen, dobbeltklikkes bare på arket. Alternativt kan man højreklikke på det og vælge ’Regneark med aktiverede makroer’ / ’åbn’. Så vil arket blive åbnet i Excel. Når det lukkes vil ændringerne blive gemt i Word. Det kan være rarere at redigere Excel-dokumentet i Excel i stedet for indlejret, da det bliver lidt hurtigere. Man skal så være opmærksom på at den vinduesstørrelse der sættes i Excel angiver hvor meget det indlejrede ark kommer til at fylde i Word.

Bemærk at indlejrede Excel-ark ikke kan kopieres, hverken indenfor eller til andre Word-dokumenter. Word låser hvis man forsøger. Man kan dog konvertere Excelarket til et billede som kan kopieres, eller åbne arket og gemme dette.   
Vær også opmærksom på at der er forskel på at ændre størrelsen på det indlejrede Excelark når det er åbent eller lukket. Når det er lukket Zoomes kun ind/ud. Når det er åbnet kan man ændre hvor meget af regnearket man kan se.

Der er ét regneark der kan genenere de fleste diagrammer. Det åbnes ved at trykke på statistik knappen under graftegning. I dette regneark er der en række faner nederst der kan vælges.

Den første fane er ”data”. Her kan man indtaste sine rå data, få dem talt op og evt. gruppere dem.

Dernæst kan de kopieres til de andre faner for yderligere analyse.

De næste to faner laver en komplet beregning af alle størrelser man har brug for, og alle relevante diagrammer afhængig af om man har et grupperet eller ugrupperet datasæt.

De to faner behandler dog kun ét datasæt, og ofte har man behov for kun et diagram eller sammenligne datasæt. Dertil bruges de mere specikke regneark som kan vælges ved at trykke på den nederste del af statistikknappen i WordMat-menuen.

**Ugrupperet / Grupperet observationssæt**Man indtaster observationer og hyppigheder så beregnes frekvens og kumuleret frekvens automatisk. Dertil beregnes følgende statistiske deskriptorer: Kvartilsæt(Median samt nedre og øvre kvartil), middelværdi og spredning. Man kan også få beregnet en vilkårlig fraktil.

Hvis man kun har rå data, der først skal grupperes ellers tælles op kan man benytte de ark i samme regneark der hedder ’Grupper’ og ’Tæl Hyppigheder’

Boksplot, pindediagram og trappediagram vises automatisk for ugrupperet observationssæt.  
Boksplot, Histogram og sumkurve for grupperet observationssæt.

Hvis der er data man ikke vil have vist kan man skjule kolonnerne ved at ændre kolonnebredden. Diagrammer man ikke vil have vist kan man slette. Diagrammerne kan flyttes og størrelsen ændres efter behag.

*Eksempel: Ugrupperet (dobbeltklik for at redigere)*



*Eksempel: Grupperet datasæt (dobbeltklik for at redigere)*



**Specifikke diagrammer**

Nogle gange har man måske behov for en bestemt type diagram og har alle nødvendige data, så kan man benytte de ark der specifikt bruger et bestemt diagram. Der er ark til:  
Pindediagram, Histogram, Trappediagram, sumkurve og boksplot

En anden fordel ved de specifikke ark til trappediagram, sumkurve og boksplot er at de kan benyttes til sammenligning af datasæt. De to Excelark til ugrupperede og grupperede observationssæt behandler kun et datasæt.

Ved de specikke Excelark kan man forneden vælge et ark hvor kun diagrammet vises.



# Regression

WordMat kan foretage 4 forskellige regressionsformer: lineær, eksponentiel, potens og polynomisk regression (af valgfri orden). Samt en brugerdefineret regressionsform.

Beregningerne foretages af WordMat selv. Input er en tabel med punkter. Eller en punktmængde i et matematikfelt.

Regression kan også foretages fra ’plot af grafer’ menupunktet, eller via Excel.

Da en tabel med punkter både kan være vandret eller lodret, forsøger WordMat at afgøre retningen, men det kan være tvetydigt. Fx hvis der kun er to punkter.

Følgende tabel bliver fx forstået som punkterne (1,2) og (3,4) ikke (1,3) og (2,4)

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

Der kan både bruges komma og punktum som decimalseparator, men der må ikke stå et regnestykke. Dog kan det stå med videnskabelig notation. Fx 2,1\*10^6 eller 2,1E6

Man kan markere dele af en tabel. Hvis cursoren bare står et sted i tabellen laves regression på hele tabellen. Bogstaver i tabellen ignoreres, men forårsager ikke fejl.

Resultatet af regressionen er forskriften for den funktion der bedst passer med punkterne. Ligeledes angives korrelationskoefficienten (R2).

Eksempel på indtastning af punktmængde som der også kan udføres regression på:

Her med ; som listeseparator. Listeseparator identificeres ud fra sammenhængen.

Regression kan også udføres via ”Vis Graf” i menuen. Her kan punkterne indtastes i tekstboks og de ønskede regressionstyper udføres og plottes i samme koordinatsystem. Det dokumenteres dog ikke på samme måde i Word-dokumentet

## Brugerdefineret regression

Ved denne regressions-type indtastet, ud over en tabel, en funktions-type som man gerne vil have lavet regression ud fra. Funktionen kan indtastes lige under tabellen og markeres sammen med tabellen, når der trykkes regression, eller den kan indtastes efterfølgende.

*Eksempel:*

|  |  |
| --- | --- |
| **x** | **y** |
| 1 | 4,5 |
| 2 | 8 |
| 3 | 7 |
| 4 | 10 |

I resultatet skiftes de tre konstanter (a,b,c) ud med de tal som får funktionen til at være den bedst mulige tilnærmelse til punkterne. Man bestemmer selv hvad man kalder konstanterne.

Det er muligt at angive med hvilken præcision man ønsker konstanterne. Bemærk dog at dette kan påvirke beregningstiden, specielt ved mange konstanter.

Det er muligt at indtaste startgæt, for de enkelte konstanter. Gode startgæt kan være vigtige.

*Det er vigtigt at notere sig at det drejer sig om en numerisk metode. Der er ingen garanti for at der ikke findes funktioner der passer bedre end den der bliver fundet. Det kan i høj grad komme an på startgættene, specielt hvis der er mange konstanter i udtrykket.*

# Sandsynlighedsregning

I formelsamlingen kan man finde definitionen på binomialkoefficient, bare søg på ’bin’ eller klik på sandsynlighedsregning. Så kan man finde denne oversigt over kombinatorikformler

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, nummer/tal

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Når formlen for binomialkoefficient er indsat, vil det være som en definition.

Bemærk, at det er ikke en formel man skal sætte ind i. Når den er defineret, kan man efterfølgende skrive

Bemærk her, at der skal være et mellemrum på den ene side af kommaet, eller man skal bruge semikolon, ellers fortolkes 5,2 som decimaltallet 5,2 og ikke to separate tal. (medmindre man i indstillinger har valgt komma som listeseparator)

Maxima og GeoGebra har også en indbygget funktion til binomialkoefficient, som man kan bruge uden at skulle definere noget.

I formelsamlingen kan man også finde formlen for binomialfordeling. Når den indsættes definerer den automatisk n, p og K(n, r).

Meningen er så, at man selv ændrer n og p, og så efterfølgende benytter P(r)

Her er et eksempel på anvendelse af normalfordeling. Igen er formlen hentet fra formelsamlingen, så man bare skal ændre middelværdi og spredning i definitionen.

Man kan så anvende definition på denne måde:

Eller fx

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

# Sumtegn og produkttegn

Eksempel:

Indtastes: ∑\_(n=1)^5 (n^2-n) eller ved brug af skabelon fra menuen.

Man kan ligeledes anvende produkttegn:

# Infinitesimalregning

Husk at i langt de fleste tilfælde skal vinkelenhederne sættes til radianer, når der differentieres og integreres, hvis trigonometriske funktioner indgår.

## Grænseværdier

Eksempel

Diffenrentialkvotient for

Indtastes: lim\_(h->0) ((x+h)^2-x^2)/h.

Det er ikke nødvendigt at indtaste parantes omkring udtrykket hvis det er alt der skal tages grænseværdi af.

Man kan også bestemme grænseværdier fra højre og venstre

Her eksemplificeret:

|  |  |
| --- | --- |
| f(x)  WordMat|0.999|f(x)=2+x+√(4x^4-8x^2+4)||||-5|5|||2+x+√(4x^4-8x^2+4)|x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1|||||||||||||||||||False|False|1,2|1,2|||True|False|False|True| | f’(x)  WordMat|0.999|f(x)=2+x+√(4x^4-8x^2+4)||||-5|5|||f'(x)|x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1|||||||||||||||||||False|False|1,2|1,2|||True|False|False|True| |

Funktionen er ikke differentiabel i x=-1 og x=1

Men vi kan finde højre/venstre grænseværdi

Bemærk at det lille + og - skal være hævet skrift.

## Differentialregning

Kan indtastes på flere forskellige måder

eller osv.

Andre notationsformer:

Eller hvis ingen variabel angives antages x

Udtrykket behøver ikke være en funktion, men så skal variablen være x.

Man kan også beregnes fx uden først at beregne

Differential notation understøttes også

Her skal bruges et specielt differential d. Det indtastes som \dd (Der er en indstilling som gør at man kan bruge almindelig d, men den kan være farlig da andre udtryk hvor både nævner og tæller starter med d kan misforstås som differentialer)

Dvs. \dd / \dd x (x^2+2x)

Eksempler:

, , , ,

Ligeledes kan der anvendes notation for partielt afledte (\partial → ∂ )

Følgende notation understøttes også for partiel integration

## Integralregning

WordMat kan beregne både bestemte og ubestemte integraler, eksakt og numerisk. Integralet skrives op matematik korrekt og der trykkes beregn.  
Genvejen til et integral tegn er \int  
Bemærk dog at der er to forskellige størrelses integraltegn. To mellemrum efter \int giver det pæneste tegn.

Bestemte integraler indtastes således: \int\_0^3 der bliver til

Eksempler:

Husk at sætte radianer/grader indstillingen korrekt ved brug af trigonometriske funktioner.

Som udgangspunkt løses bestemte integraler eksakt, og hvis det ikke lykkes forsøges med numeriske metoder. Der findes dog integraler som WordMat vil forsøge at løse eksakt i meget lang tid, så derfor forsøges der først med numeriske metoder hvis outputtet er sat til at være numerisk. En anden måde at gennemtvinge numerisk integration er ved at bruge funktionen

(Stort N og I. Brug evt. semikolon som separator)

GeoGebra kan også lave numerisk integration ved at finde arealet under en funktion.   
GeoGebra-notationen er

*Integrale(f(x),a,b) Areal mellem x-aksen og f(x) fra a til b*

*Integrale(f(x),g(x),a,b) Areal mellem g(x) og f(x) fra a til b*

Ligeledes kan programmet Graph også anvendes til at finde arealer under funktioner. Det er meget intuitivt.

Bemærk at der *ikke* adderes en konstant til ubestemte integraler.

Man kan have uendelighedstegn i grænserne

Genvejen til ∞ er \infty

Der understøttes dobbelt- og trippel-integraler. eks:

Bemærk at der skal være mellemrum mellem dx og dy

Det er også muligt at anvende dobbelt- og trippel-integraltegnet, men kun til ubestemte integraler.

# Matrix og vektorregning

En vektor indtastes nemt på følgende måde:

Indtast parenteser og dernæst mellemrum

Tryk pil tilbage og tryk enter

For hver enter kommer der en ny række. Der findes selvfølgelig også genveje i design menuen, men det er hurtigst at taste som ovenfor.

Det er lige meget om man bruger almindelige parenteser eller kantede parenteser. Om der er almindelige eller kantede parenteser på outputtet afhænger af input og definitioner. Hvis der indgår kantede parenteser anvendes også kantede parenteser i output.

Der kan nemt udføres vektor addition, og ganges med en konstant

Prikproduktet findes nemt

Determinanten findes således

Det anbefales at definition af vektorer sker ved brug af pil over variablen, men det er ikke påkrævet.

Indtastes a\vec efterfulgt af to gange mellemrum.  
Der findes også en anden vektorpil der kan bruges:  
\rhvec

Hvis der indgår ukendte vektorer i et udtryk er det nødvendigt at angive dem med pil over, da de ellers antages at være konstanter.

Krydsprodukt (vektorprodukt) er kun defineret mellem to vektorer i rummet. \times ->

Tværvektor: a\vec\hat

Tværvektor symbolet er en operator. Dvs. den kan ikke defineres, men beregnes

Længden af en vektor

**Eksempler:**

*Vinkel mellem vektorer*

*Ligningen løses for v vha. CAS-værktøjet WordMat.*

*projektion*

*Ligningsystemer vha. vektorer*

Skæring mellem linje og plan

*Ligningssystemet løses for x,y vha. CAS-værktøjet WordMat's 'Løs Ligninger funktion',*

Man kan referere til elementer i en Vektor/matrix ved følgende notation

Eller

Eller hvis der i indstillinger / notation er sat indeks (se afsnittet om indstillinger)

Hvor r er rækkenummeret og k er kolonnenummeret.

Eksempler

## Matricer

Matricer indtastes ved først at indtaste parenteserne og dernæst mellemrum

Placer så cursoren i midten og vælg fra Design-menuen under Matrix den matrix der minder mest om det du skal bruge

Dimensionen af matricen kan nu udvides ved at højklikke på den og vælge indsæt. Så kan man fx indsætte en kolonne mere

For den hardcore kan man også indtaste matricer vha. genveje

*[\matrix (1&2@2&3)] der skal tastes mellemrum efter matrix*

Man kan også benytte nogle Maxima funktioner, som er specielt gode hvis man skal lave meget store matricer.

Returnerer nxm matrix, med kun nuller, undtagen position i,j der vil have x:

For den meget avancerede læser kan man benytte følgende funktion til at indsætte værdier på baggrund af en funktion der tager søjle- og kolonnenummeret som parametre..

Der kan udføres matrix addition og multiplikation samt opløfte i potens.

Den inverse matrix kan også beregnes

Determinanten findes således

Til definition af matricer kan der med fordel bruges en streg over variablen. Genvej \overbar

Der findes også en række indbyggede funktioner i Maxima, som kan være relevante. Nogle af disse er listet her:

Laver gauss-elimination. Reduced Row Echelon Form.

Finder egenværdier

Finder egenvektorer, men på listeform.

transponerer Matricen M

Returnerer matrix med 1-taller i diagonal og 0’er under 1-tallerne

# Trekantsløser

Trekantsløseren kan ud fra input af kendte sider og vinkler, beregne de resterende sider og vinkler i vilkårlige trekanter, samt tegne trekanten i de korrekte dimensioner og vise mellemregninger der ligger til grund for resultatet.

**Eksempel:**

WordMat's trekantsløser anvendes med input: A = 67° , C = 34° , b = 5

|  |  |
| --- | --- |
| A  B  C  a  b  c | A = 67°  **B = 79°**  C = 34°  **a = 4,688668**  b = 5  **c = 2,848296** |

Vinkel B findes vha. vinkelsum = 180° i en trekant

Siderne a og c findes vha. sinusrelationerne

Bemærk at de beregnede resultater markeres med fed skrift.

Trekantsløseren kan anvendes til en eksperimenterende tilgang til trekanter.   
- Hvad skal man kende for at kunne beregne alle sider/vinkler? (det skrives umiddelbart ved OK-knappen om der kan findes en løsning).   
- Under hvilke omstændigheder kan der være to løsninger? (Det angives også ved OK-knappen).  
Ligeledes kan Trekantsløseren anvendes til at sammenligne ens egen løsningsmetode med WordMat’s, samt visualisere trekanten.

Til eksamensbrug kan den selvfølgelig også anvendes. Det er også vigtigt at man får navngivet vinkler og sider korrekte. Regler for eksamen ændres dog løbende, og hvis der fx står at en trekant skal *konstrueres*, så skal det gøres via dynamisk geometriprogram som fx GeoGebra.

# Enheder

Man kan umiddelbart skrive enheder på ethvert tal i en beregning. Men hvis man under indstillinger slår enheder til, vil enhederne blive samlet efter tallet og reduceret til korteste enhed. Der understøttes gængse præfiks. Enheder kan nemt slås til til/fra vha. genvejen Alt + E.

Ulempen ved at slå enheder til er at det kan påvirke hastigheden af beregningerne lidt, og at man skal passe på hvad man kalder sine variable. m, g, V, K osv. kan så ikke bruges som almindelige variable. Specielt i fysikformler kan det give problemer da m ofte står for masse. Man kan da bruge stort M eller m­1 med sænket skrift. Ligeledes betyder g både tyngdeaccelerationen ved jordens overflade og gram. Brug fx gjord i stedet for g. Man skal også passe på med variable af to-tre bogstavers længde da det kan være enhed med præfiks. Fx aM,mm,…

Der skelnes mellem store og små bogstaver. Enhederne skal skrives helt korrekt. Fx skal Joule skrives med stort J og ikke lille j. Præfiks kilo skal skrives med lille k.

Bemærk at der skrives et gangetegn mellem tal og enheder. Enheder afleveres altid uden præfiks.

Bemærk at alle resultater returneres som decimaltal når enheder er slået til.

**Præfiks navn værdi Præfiks navn værdi**

Y Yotta 1024 y yocto 10-24

Z Zetta 1021 z Zepto 10-21

E Exa 1018 a atto 10-18

P Peta 1015 f femto 10-15

T Tera 1012 p pico 10-12

G Giga 109 n nano 10-9

M Mega 106 μ micro 10-6

K kilo 103 m milli 10-3

h hecto 102 c centi 10-2

da deka 101 d deci 10-1

**SI-Grundenheder**

**Størrelse enhed navn**

Længde m meter

Masse kg kilogram

Tid s sekund

Temperatur K Kelvin

El. strøm A Ampere

Antal mol mol

Lys intensitet cd candela

**SI-Afledte enheder**

N, J, W, Pa, C, V, F, Ω (eller Ohm), T, H

**Andre enheder der kan anvendes**Længde: AU, ly, pc

Volumen: L,liter

Tid: sekund, sekunder, min, minut, minutter, time, timer, dag, dage, år

Masse: u,ton

Frekvens: Hz, Bq

Energi: eV, kWh, cal, kcal

Tryk: bar, torr, mmHg, atm

Temperatur: (specielt tegn \degc) men virker som Kelvin

Mange enheder har også en længere version. Fx meter. Så skal præfiks være den lange version, fx kilometer

**Outputenheder**

Som standard er output en af de SI-enheder der er listet ovenfor uden præfiks. Man kan dog tvinge WordMat til at bruge en bestemt enhed som output, under indstillinger. Bare indtast de enheder man vil bruge kommasepararet. Det er dog ikke tilladt at indtaste to enheder for samme fysiske størrelse (fx både eV og aJ da de begge er energienheder. Så er det den sidste på listen der gælder).

Man kan ikke sætte outputenhed til kombinerede enheder. eller km/h er fx ikke tilladt. Så skal man henholdsvis sætte output til cm og km,timer

Man kan også sætte outputenheder vha. følgende kommando:

Efter denne kommando vil energi komme ud i eV og længder i nm.

**Eksempler:**

Beregning af varmeenergi der skal bruges til at opvarme 500g vand 15 grader

Beregning af tid til cykel har kørt 50km. Hastigheden er 10 m/s.

*Ligningen løses for t vha. CAS-værktøjet WordMat.*

*Ligningen løses for t vha. CAS-værktøjet WordMat.*

Beregning af afbøjningsvinkel i diffraktionsgitter

Ligningen løses for θ vha. CAS-værktøjet WordMat.

# Specielle funktioner

Via WordMat får man adgang til hele Maxima’s bibliotek af funktioner og programmeringssprog. Det er dog kun for den mere ambitiøse bruger.

En oversigt og forklaring til alle funktioner i Maxima kan findes her: <http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/en/maxima.html>

Funktionerne kan indgå i udtryk på linje med andre funktioner man selv definerer. Resultatet findes ved at beregne. I menuen, ved beregn, er der dog en knap, ”Maxima kommando” , til at sende et udtryk direkte til Maxima. Den kan anvendes hvis man vil være sikker på at WordMat ikke forstyrrer. Ved beregn laver WordMat nemlig også en simplificering og regner om fra radianer til grader mm.

Herunder angives nogle eksempler på nyttige funktioner

**Eksempler:**

5 mod 4

Største fælles divisor

Afgør om et givent tal er primtal

random(25) returnerer tilfældigt heltal 0-24

random(25,5) returnerer tilfældigt rationelt tal x, 0<x<25,5

Taylorpolynomium af f(x) omkring udviklingspunkt 0 til 3. orden

## Lambert W-funktionen

Lambert W funktionen er den inverse funktion til

og kan bruges til at løse ligninger som fx

Funktionen er ikke injektiv og kommer derfor i to versioner

og

Disse to funktioner er derfor reserverede i WordMat.

De vil kun optræde hvis WordMat er sat til specifikt at regne eksakt, ellers afrundes de numerisk.

## Programmering

Man kan definere funktioner hvor man anvender programmering. Her er et eksempel der viser mulighederne.

Det anbefales at arbejde med lineære matematikfelter, hvis der skal programmeres.

# Latex

WordMat kan konvertere matematikfelter til LaTex-kode. Et enkelt felt konverteres ved at trykke alt+t.

Eksempel:

$\frac{a+b}{x^{2+c}} $

Man kan konvertere alle felter i dokumentet via menuen: WordMat | Diverse | Symboler | → Latex

Der kan man også vælge hvilke omslutningstegn der skal være om LaTex-koden.

## Latex-lignende dokumenter

Med WordMat installeres en Skrifttype som den der bruges i Latex-dokumenter. Den hedder:

LM Roman 12

Tilsvarende installeres der en skrifttype til matematikfelter. Den kan ændres ved at placere cursoren i et matematikfelt. Vælge Design-menuen og trykke på det nederste højre hjørne under funktioner. For oven vil du nu kunne ændre standard-skrifttypen.

Det er dog nemmere at bruge den LaTex-skabelon som også installeres med WordMat.

Når et nyt dokument åbnes vælges bruger-skabeloner og der vælges ’Latex skabelon’

# Nummererede ligninger

Word har *ikke* en indbygget mulighed for at nummerere ligninger, men WordMat tilføjer denne mulighed. Tryk på den nederste del af ’Indsæt ligning’-knappen i WordMat-menuen, så får du mulighed for at indsætte en nummereret ligning.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Via indstillinger kan man vælge mellem om nummeret skrives i højre eller venstre side.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Hver gang der indsættes en ny nummeret ligning, så øges nummeret automatisk.

I stedet for at indsætte nummererede ligninger via menuen, kan de indsættes vha. alt+m, ligesom alm. matematik-felter. Det gøres ved at trykke alt+m 2 gange. Et almindeligt matematikfelt kan altid laves om til et nummeret eller tilbage igen, ved at trykke alt+m i det eksisterende matematikfelt.

Hvis man indsætter en nummeret ligning mellem to eksisterende nummererede ligninger, så opdateres alle numrene i dokumentet så de kommer i rækkefølge. Hvis en nummeret ligning slettes, så sker der *ikke* en automatisk opdatering. For at opdatere numrene vælges da ’*Opdater ligningsnumre*’ fra ’*Indsæt Ligning*’-knappen.

Hvis man har brug for at nulstille eller sætte ligningsnummeret til en bestemt værdi, så kan man markere ligningsnummeret og vælge ’*Sæt ligningsnummer*’ fra ’*Indsæt Ligning*’-knappen. Bemærk at efterfølgende nummererede ligninger så vil blive nummereret fra den nye faste værdi.

Da ligningsnumrene er dynamiske kan det være vanskeligt at referere til dem. Til dette formål kan man indsætte ’*Nummereret ligning til reference*’. Når denne type nummeret ligning indsættes, bliver man bedt om angive et navn til ligningen når den indsættes. For at referere til ligningen anvendes funktionen ’*Indsæt reference til ligning*’ fra ’*Indsæt Ligning*’-knappen. Så får man mulighed for at vælge imellem de navne man tidligere har angivet til ligningerne.

Under indstillinger er det muligt at få nummeret ligningerne med to numre

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.1) |

Næste gang der indsættes en ligning, øges det sidste nummer med en.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.2) |

Det første nummer kan kun ændres vha. funktionen ’*Sæt ligningsnummer*’, eller endnu smartere vha. funktionen ’*Indsæt ligningssektion nummer*’. Derved indsættes et nummer i dokumentet som øger det første nr. med 1 og nulstiller det andet nr. til 1. Typisk placeres nummeret i en overskrift som nummerering af kapitler eller afsnit. (Det er også muligt at indsætte nummeret skjult hvis det ikke skal anvendes).

*Bemærk*: Med nummererede ligninger indsættes en skjult tabel. Pas på med at skrive andet i tabellen end ligningen. dvs. sørg for at sætte cursoren efter tabellen når der fortsættes med at skrive.

# Tips

Her er en række basale nyttige tips til WordMat og ligninger i Word

* Brug kladdevisning for at øge hastigheden af Word

# Mac

WordMats Mac udgave fungerer stort set som på Windows. Der er enkelte ting der ikke understøttes. Fx GnuPlot og Graph.

# Eksterne programmer

WordMat foretager nogle beregninger selv, men fungerer i høj grad på den måde, at det oversætter de matematiske udtryk der tastes i Word, og sender dem til andre programmer, og nogle sender resultater tilbage til Word.

De andre programmer der benyttes er:

* Excel
* Maxima - [http://maxima.sourceforge.net](http://maxima.sourceforge.net/)
* GeoGebra - [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)
* GnuPlot - [http://www.gnuplot.info](http://www.gnuplot.info/)
* Graph - <http://www.padowan.dk>

Maxima, GeoGebra, GnuPlot og Graph er åbne, gratis-programmer der kan hentes fra nettet. De installeres dog samtidigt med WordMat.

Maxima er et avanceret CAS-program der oprindeligt er udviklet på MIT fra 1968. Programmets senere liv er en længere historie, men programmet har en i lang periode været et kommercielt førende produkt på sit område (under navnet MacSyma). I 1998 blev programmet gjort gratis under GNU public license, og dets videre udvikling varetages nu af en uafhængig gruppe.

Graph er et gratis graf-program der kan indsættes direkte I Word via WordMat. Det er meget brugervenligt, og ligesom med GeoGebra overføres definitioner og syntaks, men fungerer dog kun på Windows.

# Fejlfinding

Se den mest opdaterede liste i FAQ’en på hjemmesiden:

<https://www.eduap.com/da/wordmat-faq/>

**WordMat**

* **Fejl: - compile error …**  
  Prøv at geninstallere.
* **Mit Antivirus program siger at WordMat er en trojansk hest**Antivirus programmer kan fejlagtigt identificere harmløse programmer som værende farlige. AVG antivirus gør/har gjort dette.
* **WordMat melder ”Fejl ved beregning” ved alle forsøg på at beregne. Eller der sker bare ingenting.**  
  - Prøv at deaktivere Antivirus. Hvis det hjælper, kan du under indstillinger i antivirusprogrammet forsøge at finde den funktion i antivirusprogrammet der forårsager problemet. Du kan også prøve at geninstallere WordMat med Antivirus deaktiveret. Det kan også være nødvendigt helt at afinstallere AntiVirus programmet.  
  - Nogle programmer kan forstyrre WordMat. Prøv at køre WordMat lige efter en genstart uden at starte andet op. Foxit PDF reader kan fx forårsage problemet.  
  - Det kan være at Word bruger en standardskabelon fra Word 2003. Det kan ses ved at der står (kompabilitetstilstand) øverst når der oprettes et tomt dokument. Lokaliser da normal.dot (typisk %appdata%\microsoft\templates eller ved at søge på normal.dot på hele computeren) Slet, omdøb eller åbn den og konverter den op til 2007 eller 2010 format.   
  - Måske er Word sat til at starte i 2003 format som default. WordMat burde ordne dette problem under installationen, men check evt. Kør regedit og se om følgende findes   
  For Word 2010:  
  HKEY\_CURRENT\_USER\Software\Microsoft\Office\14.0\Word\Options\DefaultFormat  
  Hvis den er sat til Doc, skal den bare slettes.  
  For Word 2007  
  HKEY\_CURRENT\_USER\Software\Microsoft\Office\12.0\Word\Options\CompatMode  
  Hvis den er sat til 1 så slet den.
* **WordMat låser ved opstart. Der står bare ”WordMat starter op”, men der sker ikke mere.**- Se også forrige fejl vedr. antivirus.  
   ZoneAlarm kan forårsage denne fejl, da den blokerer Maxima. ZoneAlarm skal helt fjernes.  
  - WordMat virker ikke hvis dokumentet ligger på et netværksdrev. Gem filen lokalt på computeren.  
  Specielt for Parallels og WmWare til Mac skal ”shared folders” være deaktiveret.  
  Nogle skoler kan have sat standarddrev til at være netværksdrev. Check i Word / Indstillinger / Gem om der står et netværksdrev under standardfilplacering. Da kan fejlen være periodisk.  
  En mulig løsning til dette problem kan være:

I Word, Sikkerhedscenter tilføjes følgende under placeringer der er tillid til.

C:\Program Files\WordMat\  
C:\Program Files\Microsoft Office\Office14\  
\\ Filserver\Share\  (det er her hvor brugernes personlig mappe ligger inkl dokumentmappe altså P:\Dokumenter )

Alle 3 med hak i "alle undermapper"

- Der kan være problemer ved visse symboler i brugernavnet. Hvis man har apostrof ’ i sit brugernavn giver det problemer for Maxima.

* **WordMat menuen er pludselig forsvundet fra Word.**  
  Det kan være at Word af eller anden grund har deaktiveret WordMat tilføjelsesprogrammet.   
  Med WordMat installerede du et lille program der kan aktivere WordMat igen. I startmenuen skal du finde mappen WordMat og trykke på ’Reaktiver WordMat’.  
  Alternativt kan man manuelt aktivere WordMat igen indefra Word:  
  Filer / Indstillinger / Tilføjelsesprogrammer / vælg for neden ’Word-tilføjelsesprogrammer’ og tryk udfør. Sørg for at der er et flueben ud for WordMat.dotm. Tryk OK.  
  Alternativt prøv:  
  Filer / Indstillinger / Tilføjelsesprogrammer / vælg for neden ’deaktiverede elementer’ og tryk udfør. Marker og aktiver WordMat.dotm.   
  Ovenstående kræver muligvis at Word er startet med ’Kør som administrator’. (Find winword.exe filen typisk i c:\programmer\Microsoft Office\Office 14\)
* **Word går ned med fejl i maxima.exe**

Check om Wxmaxima virker. Det kan være et problem med DEP (Data execution prevention). Se dokumentation for Maxima.

* **Fejlen Can’t create ActiveX component**kommer ved forsøg på beregninger. Det skyldes højst sandsynligt en fejl under installationen. Prøv at installere igen. Antivirus-programmer kan forstyrre installationen, så prøv at deaktivere antivirus under installationen.  
  Ellers kan det måske skyldes rettighedsproblemer eller problemer med .Net installationen på maskinen.
* **Pludselig vil WordMat ikke beregne noget som helst. Det har lige virket.**- Der kan også være opstået en uventet fejl i Maxima/WordMat. Under Indstillinger/avanceret kan du genstarte WordMat. Alternativt kan du gemme dokumentet og genstarte Word. Det kan også være at det er nødvendigt at genstarte computeren.  
  - Du har muligvis en fejl i en definition. Tryk på definitioner i menuen for at se hvilke definitioner der er gældende. Hvis der er noget der ser forkert ud må du opspore problemet i dokumentet, eller indsætte en ”slet def:” kommando.
* **Excelark som fx statistik-ark virker ikke**Det skyldes formentlig at du har gemt Excel-arket.  
  Excelarkene indeholder et program (makroer). Når Excel-arket gemmes vil Excel forsøge at gemme arket uden programdelen. Man får en advarsel om at makroer ikke gemmes, men det overser de fleste. Man kan dog godt gemme Excel-arket, men så skal man aktivt gemme Excel-arket som et ’Excel-ark med aktiverede makroer’ under ’Gem som’
* **Problem med indlejrede Excelfiler**Fejlen ”Serverprogrammet, kildefilen eller objektet …” kommer når der dobbeltklikkes på indlejrede Excelark.   
  Fejlen kan skyldes et tilføjelsesprogram til Excel. Fx Google Cloud Connect.  
  Deaktiver tilføjelsesprogrammet i Excel.

**Fejl relateret til Word**

* **Word vil ikke åbne dokumentet**Wordfiler kan under uheldige omstændigheder blive ødelagt. Word kan selv forsøge at reparere filen. Når du åbner dokumentet inde fra Word kan du vælge ’åbn og reparer’ for neden.  
  LibreOffice er mærkeligt nok bedre til at læse fejlbehæftede Word-filer, og hvis du bruger version 4+ understøttes Words ligningsformat. Lav altid backup i flere udgaver, flere steder.
* **Word låser fuldstændigt ved tryk på backspace i ligning**

Fejlen kommer kun hvis man er skiftet til WordMat-fanen efter at være gået ind i et matematikfelt. Fejlen kommer ikke hvis man er i kladdevisning.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Det skyldes en eller anden fejl mellem Word og Tablet PC-funktionerne i Windows.  Fejlen kan derfor fjernes ved at deaktivere Tablet PC-funktionerne som de fleste ikke har behov for. (Denne løsning kan ikke bruges til Windows 8 da Tablet-funktioner er integrerede) Gå ind i Kontrolpanel / Programmer / Programmer & Funktioner / Slå Windows funktioner til eller fra. Her fjernes fluebenet ved Tablet PC-komponenter. |

* **Word kører langsomt**Hvis man har mange ligninger i dokumentet eller en langsom computer, kan det påvirke hastigheden. Der er umiddelbart 4 ting man kan gøre.   
  - Husk at indsætte slet definitioner kommandoer i dokumentet. Det begrænser den del der skal søges igennem for at finde definitioner.  
  - Deaktiver Tablet PC komponenter. Den funktion påvirker generelt hastigheden negativt på matematikfelter. Se forrige fejl for at se hvordan den deaktiveres.  
  - Hastigheden kan forbedres betydeligt hvis man skifter til kladde-visning. Find fanen ”Vis” og under dokumentvisninger vælges Kladde. Der er også en genvej til denne nederst til højre på skærmen.  
  Under Indstillinger / avanceret kan man gøre det muligt at starte op i kladdevisning.   
  - Man kan også slå visning af billeder fra. Det gør det også hurtigere. Tabeller gør også dokumentet langsommere.
* **Ligninger printes ikke**Det er et problem med Office-pakken og Windows XP som kan løses således:

- I kontrolpanelet vælges "Internationale og sproglige indstillinger" og herunder fanebladet "Sprog"

- Sæt flueben i "Installer filer til komplekse skriftsprog....."

- Klik OK mm.

Kræver muligvis adgang til en XP-skive og efterfølgende en genstart.

**Fejl relateret til Word 2007**

Der er nogle fejl i Word 2007 som det er værd at være opmærksom på. De fleste er tilsyneladende rettet i Office 2010.

* **Kan ikke gemme**  
  Shift-enter to gange efterfulgt af en ligning vil gøre det umuligt at gemme. problemet kan også opstå på andre måder i kombination med ligninger og shift-enter.   
  Det kan umiddelbart løses ved at fjerne den eller de ligninger hvor problemet er, eller gemme som Word 2003 dokument. Ligninger er så billeder, men kan konverteres tilbage til ligninger igen.  
  Pas på med punktopstilling og ligninger da der her bruges shift-enter en del.
* Shift-enter efter ligning giver automatisk ny ligning på næste linje, men hvis denne shift-enter slettes med backspace, bliver ligningen ”mærkelig”. Nogle gange kan det løses ved at konvertere til lineær og derefter tilbage til professionel, men ofte skal ligningen slettes.  
  Brug i stedet enter. Hav altid mellemrum foran cursoren, så kommer der også ny ligning på næste linje
* Pludselig bliver alle tegn i matematikfelter små firkanter.  
  Det er et formatterings-problem. Typisk forårsaget af overskrift typografi lige før en ligning. Gå tilbage i dokumentet og se hvor du kan skrive korrekt. Klip den del ud der er ’inficeret’
* En ligning der bygges op kan æde noget at teksten efter ligningen hvis funktionsudtrykket ikke er genkendt ved mellemrum først.
* Microsoft Math grafer i Word. Hvis man laver tegn, fx tabulator eller mellemrum inde i grafboxen, melder dokumentet fejl når det åbnes. Det kan dog gendannes, men irriterende.
* Man kan blive udsat for at f.eks 22^2 opbygges til 2(2)^2 men parenteser ikke synlige  
  Det sker vis der bruges fed skrift i ligninger.

**Microsoft Mathematics**

Sørg for at installere det nye Microsoft Mathematics og ikke det lidt ældre Microsoft Math.

* Man kan blive udsat for at Microsoft Mathematics pludselig ikke længere er i Word mere. Man kan ikke umiddelbart aktivere Math igen.  
  I WordMat menuen er der en knap der hedder ”Reaktiver WordMat”. Den vil også reaktivere Microsoft Mathematics.  
  Hvis man opretter en ny bruger på computeren vil det også virke for denne bruger.

# Tips til teknikeren

WordMat.exe kan køres med følgende parametre:

/silent Installerer WordMat uden brugerinput. Nødvendig ved installation på mange computere.  
det kan muligvis være nødvendigt at bruge parametrene /verysilent og /SUPPRESSMSGBOXES samt /nocancel

/TASKS=”installeralle” Hvis der skal installeres for alle. Her placeres WordMat.dotm i   
C:\Program Files\Microsoft Office\root\Office16\STARTUP

/TASKS=”installerbruger” Hvis der skal installeres for brugeren. Her placeres WordMat.dotm i   
%appdata%/Microsoft/Word/STARTUP eller %appdata%/Microsoft/Word/START  
Dette er default

/COMPONENTS="!Graph,!GeoGebra"

Graph og Graph bliver ikke installeret. Kan bruges hvis Graph og GeoGebra bliver installeret ad anden vej. Bemærk dog at der kan komme versionsproblemer, hvis der anvendes andre versioner af GeoGebra.  
Man kan selvfølgelig også ændre parameteren så enten Graph eller GeoGebra bliver installeret.

WordMat bruger registreringsdatabasen til at lagre nogle få indstillinger under HKEY\_CURRENT\_USER\Software\WordMat

WordMat installeres i Word som en Global skabelon, ved at placere WordMat.dotm i en mappe hvorfra skabeloner automatisk loades

Hvis WordMat installeres for alle brugere så placeres WordMat.dotm i mappen   
*C:\Program Files (x86)\Microsoft Office\Office15\STARTUP*  
(afhængig af Word-version)

Hvis WordMat installeres ’kun for denne bruger’ så placeres skabelonen i profilen i mappen: %appdata%\Microsoft\Word\Start  
(Det gælder også altid hvis der installeres på en klik-og-kør version)

Der bliver også installeret en dll-fil (MathMenu.dll) som programmet i skabelonen trækker på. Denne dll-fil kræver .Net framework 4.0.