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

|  |
| --- |
| Mikael Samsøe Sørensen  19/8-2025 |

# 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](#_Toc197719219)

[1. Generelt 6](#_Toc197719220)

[2. Ligningseditor (Matematikfelter) 7](#_Toc197719221)

[Oversigt Genveje i matematikfelter 8](#_Toc197719222)

[Oversigt over Tastaturgenveje i WordMat 9](#_Toc197719223)

[3. Indstillinger 10](#_Toc197719224)

[Antal cifre 10](#_Toc197719225)

[Eksakt / Numerisk 10](#_Toc197719226)

[CAS motor 11](#_Toc197719227)

[Komplekse tal 12](#_Toc197719228)

[Indsæt forklaring 13](#_Toc197719229)

[Vis løsningbetingelser 13](#_Toc197719230)

[Notation 15](#_Toc197719231)

[Separatorer 15](#_Toc197719232)

[Indeks / sænket skrift 15](#_Toc197719233)

[Automatisk backup 16](#_Toc197719234)

[Avancerede Indstillinger 17](#_Toc197719235)

[4. Beregning 18](#_Toc197719236)

[Logaritmer 18](#_Toc197719237)

[Underforståede gangetegn 19](#_Toc197719238)

[5. Ligningsløsning 20](#_Toc197719239)

[Trigonometriske ligninger 22](#_Toc197719240)

[Eksempler på ligninger der kan løses med WordMat: 23](#_Toc197719241)

[Uligheder 24](#_Toc197719242)

[Ligningssystemer 24](#_Toc197719243)

[Differentialligninger 27](#_Toc197719244)

[Koblede differentialligninger 30](#_Toc197719245)

[Koblede differentialligninger med Excel og Eulers metode 31](#_Toc197719246)

[6. Definitioner 32](#_Toc197719247)

[Variabel-definitioner, menuen og sletning af definitioner 32](#_Toc197719248)

[Eksempler på funktionsdefinitioner 33](#_Toc197719249)

[Midlertidige definitioner 34](#_Toc197719250)

[Stykkevis definerede funktioner 35](#_Toc197719251)

[Fysiske konstanter 36](#_Toc197719252)

[Antagelser 37](#_Toc197719253)

[7. Graftegning 40](#_Toc197719254)

[2D-grafer 40](#_Toc197719255)

[GeoGebra 40](#_Toc197719256)

[GnuPlot 42](#_Toc197719257)

[Graph 43](#_Toc197719258)

[Excel 44](#_Toc197719259)

[3D-Grafer 48](#_Toc197719260)

[Retningsfelt 49](#_Toc197719261)

[Statistiske diagrammer 51](#_Toc197719262)

[8. Regression 53](#_Toc197719263)

[Brugerdefineret regression 54](#_Toc197719264)

[Excel Regression 54](#_Toc197719265)

[9. Sandsynlighedsregning 55](#_Toc197719266)

[Fordelinger 56](#_Toc197719267)

[10. Statistik 57](#_Toc197719268)

[11. Infinitesimalregning 58](#_Toc197719269)

[Grænseværdier 58](#_Toc197719270)

[Differentialregning 59](#_Toc197719271)

[Integralregning 60](#_Toc197719272)

[12. Vektorer 61](#_Toc197719273)

[13. Matricer 63](#_Toc197719274)

[14. Formelsamling 66](#_Toc197719275)

[15. Lister 67](#_Toc197719276)

[16. Sumtegn og produkttegn 69](#_Toc197719277)

[17. Trekantsløser 70](#_Toc197719278)

[18. Enheder 71](#_Toc197719279)

[19. Specielle funktioner 74](#_Toc197719280)

[Lambert W-funktionen 74](#_Toc197719281)

[Programmering 74](#_Toc197719282)

[20. Latex 75](#_Toc197719283)

[Latex-lignende dokumenter 75](#_Toc197719284)

[21. Nummererede ligninger 76](#_Toc197719285)

[22. Tips 78](#_Toc197719286)

[23. Mac 78](#_Toc197719287)

[24. Eksterne programmer 78](#_Toc197719288)

[25. Fejlfinding 79](#_Toc197719289)

[26. Tips til teknikeren 83](#_Toc197719290)

# 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’

# Tastaturgenveje

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 højre 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’.

I det følgende beskrives nogle af de indstillinger man kan foretage i WordMat, men ikke alle. Mange af indstillinger beskrives i de afsnit hvor de er relevante.

## 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 følgende 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. <https://www.eduap.com/geogebra-as-cas-engine-on-mac/> |
| 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’.

## 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. 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

Under **”Indstillinger / Notation”** kan man ændre listeseparator og decimalseparator.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, design

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

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 i midten der skal være listeseparator

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 kan derfor i nogle tilfælde være kontekstafhængigt om sænket skrift er en del af navnet eller en del af notationen. Derfor er der en indstilling, hvor man kan vælge betydningen af sænket skrift, under ”**Indstillinger / Notation**”

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Eksempler, hvor indstillingen er sat til 'Er liste/matrix indeks':

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. Når der er gemt 20 backupfiler begynder WordMat at overskrive de ældste backupfiler, så det altid er de 20 nyeste, der ligger i backupmappen.

Backupindstillinger kan ændres under ”Indstillinger / Backup”.

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Der er der også en knap, der kan åbne backupmappen, hvor alle backupfilerne ligger.

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.

Når backupindstillingen er slået til vil man opleve at WordMat er langsommere, da det tager tid at foretage backup.

## 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 brug 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.

**Sprog**WordMat registrerer automatisk sproget i Word og sætter WordMat’s sprog til det samme. WordMat understøtter ca. 17 forskellige sprog. Hvis sproget i Word ikke understøttes anvendes engelsk. I ”Indstillinger / Avanceret” kan man selv vælge hvilket sprog man foretrækker uafhængigt af sproget i Word.

**Eksporter/Importer indstillinger**Under ”Indstillinger / avanceret” er der en knap til at eksportere WordMat’s indstillinger til en fil. Denne kan bruges ved support, eller hvis man sikre, at alle elever har samme indstillinger, da man også kan importere en settingsfil.

På Mac bliver man ikke spurgt om hvor man vil placere filen og hvor man vil importere fra. Det vil altid være filen ”Documents/settings.txt” der vil blive eksporteret og importeret.

Settings-filen kan også anvendes, hvis man vil sikre at WordMat starter med de samme indstillinger hver gang, så de bliver nulstillet ved hver opstart af WordMat. I så fald skal filen ’settings.txt’ placeres i mappen ”%appdata%/WordMat” eller ”Program Files(x86)/WordMat”. Det kræver pt at WordMat er installeret via MSI-fil med parameteren RSF=2 eller RSF=3 afhængig af hvor filen er placeret. Se mere på adm-partnerskabssiden: [www.eduap.com/adm](http://www.eduap.com/adm)

**Maxima connection method**WordMat kan på Windows forbinde til Maxima på 2 forskellige måder. Normalt forbindes via et eksternt bibliotek skrevet i c# .Net, der sikrer hurtig kommunikation mellem Word og Maxima. Hvis der er problemer med forbindelsen til Maxima, kan man forsøge med WSH-metoden, der benytter en simplere metode. Ulempen er at den er langsommere og man vil se en sort skærm blinke ved hver beregning.

## Tilpas Menu

Under ”Indstillinger > avanceret” er der en knap ”Tilpas menu”, hvor man kan angive præcist hvilke menupunkter, der skal være synlige i WordMat’s menu.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, nummer/tal, software

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Knappen efter ”Sæt efter niv” bruges til at angive hvilken uddannelse du går på, og så sætter WordMat de synlige menuer efter hvad der normalt passer til det niveau, som man ikke får flere muligheder end det er nødvendigt.

# 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. Cursoren skal bare stå et sted i matematikfelt. Hvis der indgår et ’lig med tegn’ beregnes kun det til højre for det ’lig med tegn’, der står længst til højre. Man kan fx skrive

Resultatet indsættes umiddelbart efter udtrykket med et ’lig med 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

WordMat fortolker som 10-talslogaritmen og som den naturlige 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.

## Omskriv / reducer

Under Beregn-knappen i WordMat’s menu er der forskellige funktioner til at reducere eller omskrive et matematisk udtryk.

Ved normale beregninger foretager WordMat en simpel reducering, men der er flere muligheder.

”reducer” forsøger at reducere udtrykket med flere avancerede metoder end den simple.

Faktoriser forsøger at faktorisere udtrykket. Dvs. sætte uden for parentes

Udvid forsøger omvendt at gange alle parenteser ud.

Omskriv åbner vindue, hvor man får endnu flere muligheder for at kombinere forskellige metoder, herunder kvadratkomplettering.

# Ligningsløsning

For at løse en ligning skal den indtastes i et matematikfelt. Dernæst klikkes ’Løs ligning’ i menuen eller genvejen Alt + L benyttes. Cursoren skal bare stå i matematikfeltet et sted. Dernæst får man nogle muligheder, men i de fleste tilfælde kan man bare trykke enter, så bliver ligningen løst.

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

Lad os se på en anden velkendt ligning for at dykke lidt mere ned i mulighederne:

Igen trykker vi alt + L for at løse ligningen.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, display/skærm/fremvisning, nummer/tal

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Fordi ligningen indeholder flere variable, kan man nu vælge mellem de 3 variable at løse ligningen for i venstre side. Gældende definitioner viser evt. definitioner som allerede er i dokumentet (se afsnit 6). Midlertidige definitioner er definitioner som kun vil gælde for denne beregning. Man behøver ikke skrive noget her. Til højre er nogle indstillinger som kan være relevante for ligningsløsning. De ændringer man laver her, vil også kun være gældende for denne beregning.

Lad os prøve at løse ligningen for b, og ændre indstillingen fra numerisk til at regne eksakt:

*Ligningen løses for b vha. WordMat.*

Det giver os den helt generelle løsning på ligningen. Det er strengt taget ikke nødvendigt at sætte indstillingen til eksakt, men udtrykket bliver oftere ”pænere”.

Hvis opgaven handler om at finde sider i en konkret trekant, kan vi indsætte tallene i ligningen eller benytte feltet med midlertidige definitioner.

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

*Ligningen løses for b vha. WordMat. med følgende antagelser/definitioner:*

Bemærk at WordMat skriver i dokumentet, hvilke definitioner der har været anvendt.

WordMat løser som udgangspunkt ligninger analytisk. Det er dog ikke alle ligninger der kan løses analytisk. Hvis WordMat er sat til at bruge Maxima som CAS-motor (standard), så vil WordMat automatisk løse ligningen numerisk, hvis det bliver nødvendigt. Det er dog kun muligt at løse en ligning numerisk, hvis der kun er én variabel i ligningen. WordMat vil skrive en bemærkning efter ligningen er løst om at der er anvendt numeriske metoder. Eksempel:

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

*OBS: Der blev anvendt numeriske metoder til at løse ligningen. Der kan muligvis findes flere løsninger.*

Hvis der er anvendt numeriske metoder, er løsningerne lidt mere usikre, og der kan i princippet godt findes flere løsninger.

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.I forsøget på at løse en ligning analytisk kan det tage lang tid, og WordMat vil I så fald vise denne:

Den stopper automatisk efter 30s, men man kan altid trykke Stop.

Det betyder ikke, at det så er umuligt at løse ligningen. Du kan forsøge med disse muligheder:

1. Vælg aktivt at ligningen skal løses numerisk i menuen. så vil ligningen ikke blive forsøgt løst analytisk først.

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

1. Forsøg at skifte CAS-motor til GeoGebra. Måske er GeoGebra bedre til at løse lige præcis denne ligning.
2. Numerisk og Grafisk løsning med GeoGebra:  
   Sørg for at GeoGebra er sat som CAS-motor. Vælg dernæst ’Løs ligning(er) vha. numerisk metode’ i menuen på samme måde som i 1.  
   Nu vil GeoGebra åbnes og de to sider i ligningen vil være plottet, og evt. skæringspunkter markeret.

*Ligningen løses numerisk for x vha. WordMat.*

**Skriv selv variabel**

I vinduet hvor man skal vælge en variabel at løse for, er der for neden et felt, hvor man selv kan skrive. Der er to tilfælde hvor det kan være relevant at anvende det felt

1. Hvis der i ligningen indgår en variabel eller funktion der er defineret tidligere i dokumentet (Afsnit 6), og der i denne definition indgår en anden variabel, så vil denne variabel ikke fremgå af listen. I så fald kan man selv angive den. Eksempel:

*Ligningen løses for a vha. WordMat.*

1. 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.

*Ligningen løses for 1+r vha. WordMat.*

### Trigonometriske ligninger

Lad os se på ligningen

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

I dette tilfælde blev der angivet én løsning til ligningen. Det er dog ikke helt korrekt. Der er uendeligt mange løsninger. I de fleste tilfælde er det dog kun løsningen mellem 0 og 90 grader man er interesseret i.

I WordMat’s indstillinger kan man vælge om man kun vil have én løsning eller alle løsninger til trigonometriske ligninger. Som standard er den sat til én løsning, da det er der man typisk starter i matematikundervisningen.

Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, skærmbillede, hvid

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Lad os se hvad der sker, når vi ændrer indstillingen:

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

repræsenterer her et heltal (…, -2, -1, 0, 1, 2, …)

Typisk har man dog ikke brug for uendeligt mange løsninger, men løsninger inden et bestemt område. Her kan man anvende antagelser som forklares i afsnit 6

Ligningen løses for x vha. CAS-værktøjet WordMat.

Det er som sagt vigtigt at huske at slette antagelser.

#### Radianer/grader

WordMat kan både regne i grader og radianer. Det styres via denne knap i menuen:

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, nummer/tal, skærmbillede  AI-genereret indhold kan være ukorrekt. | Som udgangspunkt regnes i grader, men hvis knappen trykkes ind regnes der i radianer. Knappen bestemmer altså hvordan de trigonometriske funktioner er defineret. |

WordMat forstår gradtegn. Hvis WordMat er sat til radianer, kan man udregne følgende

Hvis WordMat er sat til at regne i grader, ignoreres gradtegnet helt. Man kan altså selv vælge om man vil skrive det eller ej.

Gradtegnet kan indtaste med ”*\degree*”. Men der er også en standard tastaturgenvej til indsættelse af gradtegn som er alt+q. (Hvis dette ikke virker, kan du selv ændre det i menuen under genveje)

Uanset om man har slået radianer til eller ej, vil man få samme løsning til denne trigonometriske ligning, hvis man anvender gradtegn.

*Ligningen løses for a vha. WordMat.*

For at undgå problemer med at glemme at skifte mellem radianer/grader, er det altså en god ide altid at sætte gradtegn på, når der indtastes tal i grader. Man skal dog stadig være opmærksom på at WordMat ikke angiver gradtal på output.

### Eksempler på ligninger der kan løses med WordMat:

## Uligheder

Løsningen af uligheder sker på samme måde som ligninger.

*Eksempler:*

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

*Lidt mere komplekst*

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

Ligningssystemer med uligheder understøttes ikke.

WordMat er ikke lige så god til at løse uligheder som ligninger. Hvis det ikke lykkes kan følgende forsøges:

1. GeoGebra er generelt bedre til at løse uligheder end Maxima, så det kan være en fordel at skifte CAS-motor
2. Man kan løse uligheden som en ligning, og evt. kombinerer med en graf.

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 separate matematikfelter. Marker felterne i ligningssystemet og vælg ’Løs ligning(er)’, eller brug Alt + L.

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

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',*

Skæring mellem to linjer, hvor den ene er skrevet som parameterfremstilling. Parameterfremstillinger bliver automatisk konverteret til 2 ligninger (eller flere).

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

Skæring mellem to linjer angivet som parameterfremstillinger

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

## Test sand/falsk

Funktionen ”Test sand/falsk” findes i menuen under Løs. Den anvendes til at teste om matematiske udtryk er identiske. Man indtaster en ligning, WordMat afgør så om ligningen generelt er sand.

WordMat forsøger først at anvende algebraiske metoder til at afgøre om de to udtryk er identiske. Hvis det ikke lykkes prøves med numeriske metoder. At der anvendes numeriske metoder betyder også at man ikke kan være 100% sikker på resultatet, da der tillades en vis afrunding.

**Eksempel 1:**

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

WordMat har her identificeret at udtrykkene på høje og venstre siden er identiske vha. algebraisk omskrivning.

**Eksempel 2:**

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

Udtrykket er ikke generelt sandt for alle x-værdier, så resultatet bliver falsk.

**Eksempel 3:**

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

WordMat har her identificeret at udtrykkene på høje og venstre siden er identiske vha. algebraisk omskrivning.

**Eksempel 4:**

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

**Eksempel 5:**

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

Begge udtryk ovenfor er for øvrigt identiske med

**Eksempel 6:**

Her er et eksempel hvor den numeriske afrunding kommer i spil

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

Med flere decimaler accepteres udtrykket.

*Udsagnets sandhedsværdi bestemmes vha. WordMat.*

# Definitioner

Man kan definere variable og funktioner, som så kan benyttes i de følgende udtryk. Hver gang der foretages en beregning, søger WordMat dokumentet igennem opefter for definitioner, som er skrevet i matematikfelter. Kun definitioner der er skrevet før beregningen, tæller altså med. Hvis en funktion eller variabel defineres flere gange, er det den seneste i dokumentet der er gældende.

Eksempel:

Bemærk at der kan defineres flere udtryk i ét matematikfelt, hvis de adskilles ad komma eller semikolon. Det kan være vigtigt, at der er mellemrum på den ene side af kommaet, for at det tolkes som et decimalkomma.

Hvis der er en fejl i en definition, kan WordMat ikke foretage beregninger under den definition, da alle beregninger vil fejle. Hvis det sker, vil WordMat komme med en fejlmeddelelse, og markere den definition hvor fejlen er.

Det er vigtigt at forstå, at man ikke kan foretage beregninger i definitionsfelter. Definitionerne er der for at man kan anvende dem i beregninger under definitionerne.

Der er flere detaljer omkring brugen af definitioner, som dækkes i de følgende afsnit. Fx kan definitioner indtastes på flere forskellige måder, og de kan slettes igen.

## Variabel-definitioner, menuen og sletning af definitioner

Man kan lave et matematikfelt om til en definition ved at starte ligningsfeltet med *definer:*

Bemærk at tastaturgenvejen alt+d i et matematikfelt vil skrive ”*definer:*” i starten af udtrykket.

Man kan også foretage definitioner ved at anvende et af følgende 3 symboler:

≔ indtastes bare med kolon og lig med

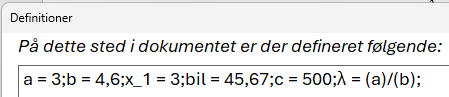
≡ indtastes med \equiv

indtastes med \defeq

Eksempel: Bemærk, at der her også kan tastes flere definitioner i et matematikfelt.

Med ovenstående definitioner i dokumentet, kan følgende beregninger nu foretages:

I WordMat-menuen er der en definitionsknap. Hvis man trykker på den øverste del af knappen, vil den vise alle de definitioner, der er gældende på det sted, hvor cursoren står.



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 ”\beta”.   
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 kommandoer, som kan indsættes med tastaturgenvejen 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 ved at skrive hvilke variable og funktioner der skal slettes efter kolonet. Eksempel:

I dette eksempel slettes 2 af de 3 definitioner og vi kan se i beregningen, at det kun er den ene definition der stadig er gældende:

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:

Definitioner kan også indgå i ligninger

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

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).

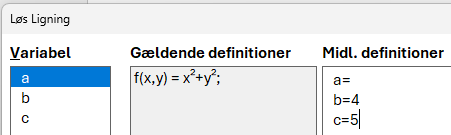
Her tolkes 2,3 som decimaltallet 2,3 og ikke som to tal. Beregninger fejler, da funktionen kræver to tal.

## Midlertidige definitioner

Når man løser en ligning, er der et felt til midlertidige definitioner. Disse definitioner vil kun være gældende for denne beregning.

Lad os se på et eksempel, hvor man starter med at skrive Pythagoras op, og dernæst trykker Alt+L for at løse ligningen.

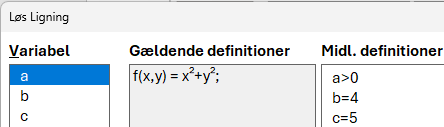
I højre side er der et felt der hedder ”Midl definitioner”. Feltet vil på forhånd være udfyldt med de variable der indgår i udtrykket. I eksemplet ved vi at kateten b er 4 og hypotenusen c er 5. Så det angiver vi i feltet og vælger at løse for a.



*Ligningen løses for a vha. WordMat. med følgende antagelser/definitioner:*

Bemærk at WordMat har skrevet i dokumentet, hvilke definitioner vi lavede.

I eksemplet fik vi også en negativ løsning. Det kan undgås, hvis man samtidigt angiver at a>0 i feltet



*Ligningen løses for a vha. WordMat. med følgende antagelser/definitioner:*

Du kan læse mere om antagelser i et senere afsnit.

## Stykkevis definerede funktioner

WordMat kan både lave beregninger og vise grafer for stykkevis definerede funktioner. Her er et eksempel

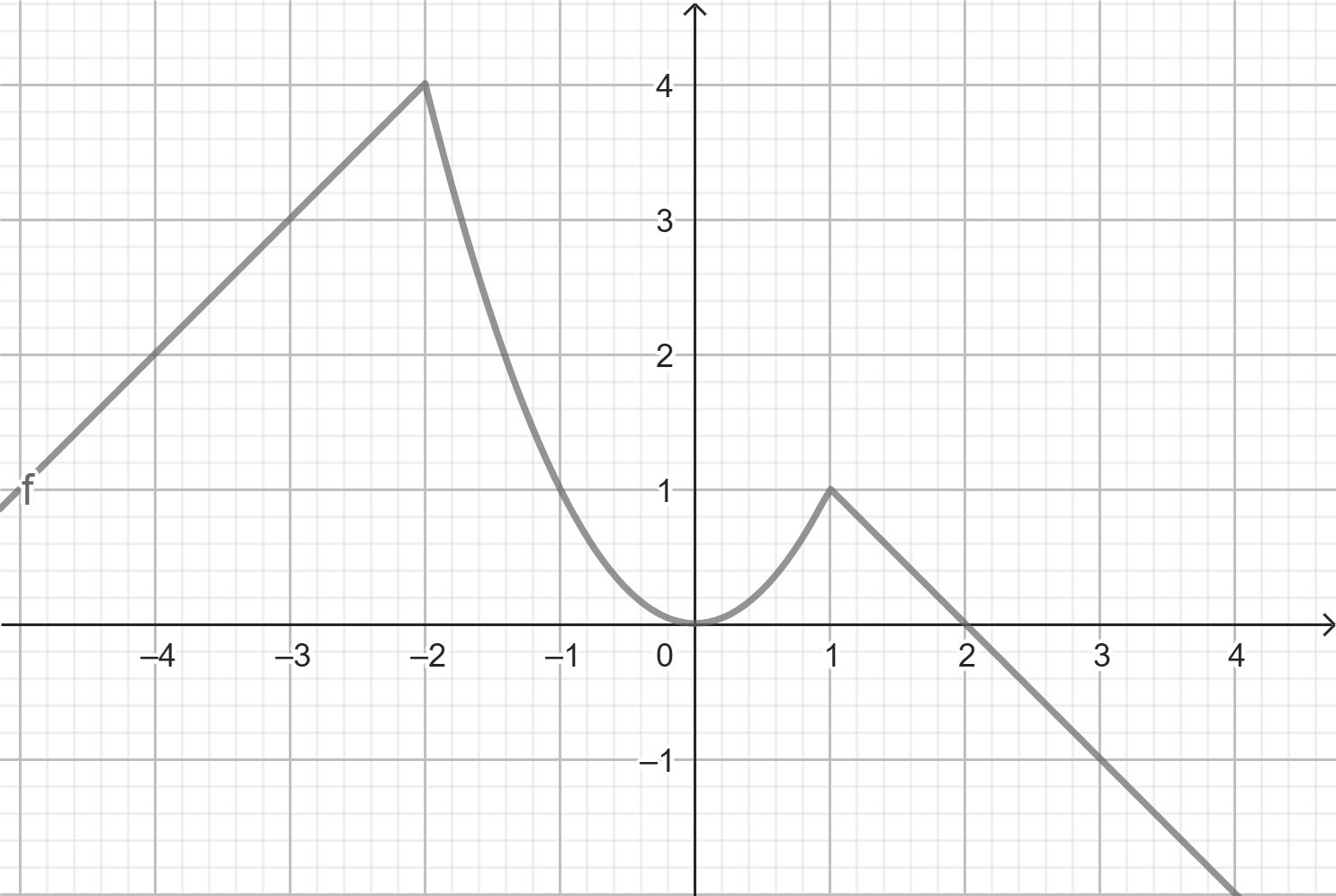
Det er vigtigt, at det bliver indtastet korrekt. Den enkelte tuborg-parentes indsættes via ”*ligningsmenuen / Parenteser / Eksempler og stakke*”. Der er ligeledes vigtigt, at der anvendes et komma til at adskille funktionen og definitionsområdet. Brug mellemrum omkring kommaet for at undgå, det bliver fortolket som del af et tal.

Med ovenstående definition i dokumentet kan følgende fx beregnes

Der kan bruges forskellige skrivemåder til angivelse af definitionsmængder. Man kan benytte og , men man kan også anvende booleske operatorer: OR, AND, or, and.

Her et eksempel hvor der anvendes i det 2. definitionsområde

Stykkevisdefinerede funktioner kan også indtastes uden definition, hvis det bare skal plottes med GnuPlot eller GeoGebra.



Typiske fejl er

* at glemme kommaet
* Ikke lave mellemrum ved kommaet
* Bruge to tuborg-parenteser i stedet for én

## 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 anvedte tabelværdier. Marker de konstanter der skal bruges og tryk OK, så indsættes disse som definitioner i dokumentet.

Eksempel:

Hvis man har WordMat+ kan man i formelsamlingen for fysik også finde fysiske kontanter og tabelværdier.

## Antagelser

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

Eksempel:

Denne ligning vil normalt give to løsning: og , men i dette tilfælde

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

Lige som definitioner kan antagelser slettes med Alt + S

Det er ekstra vigtigt at huske at slette antagelser. Antagelser vil ofte være for x, og x indgår i mange opgaver. Hvis man fx har antages x>0 i første opgave, så vil den antagelse gælde i alle følgende opgaver. Skulle der så optræde en ligning man skal løse for x der har negative løsninger, vil de løsninger ikke blive angivet.

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

Se også afsnit 5 om Trigonometriske ligninger på s. 21 for et meget anvendt eksempel på antagelser.

# Graftegning

WordMat kan tegne forskellige typer af grafer via forskellige programmer, som hver har deres fordele. Det er dog ikke alle, der fungerer på Mac.

Under ’Indstillinger/graf’ kan man vælge hvilket af graf-programmerne man vil anvende som standard. 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 vælge mellem de forskellige grafprogrammer for hver graf. Standardprogrammet er altså bare lidt mere tilgængeligt.

Princippet er at man i Word markerer det eller de matematikfelter, hvor der står det udtryk man vil have vist i et koordinatsystem. Fx et funktionsudtryk eller en ligning. Så overføres og plottes det valgte samt definitioner til grafprogrammet, når man trykker vis graf. WordMat sørger for at notationen passer, og relevante indstillinger passer (fx rad/grader og log/ln).

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

Punkter indtastes i en tabel som cursoren skal stå i eller være en del af markeringen.

## 2D-grafer

De mest almindelige grafer er dem som skal tegnes i et koordinatsystem

### GeoGebra

WordMat kan vise grafer med ’GeoGebra Calculator Suite’ og ’GeoGebra 5’.

GeoGebra er et godt grafprogram og fungerer både på Windows og Mac. ’GeoGebra Calculator Suite’ er derfor standard grafprogrammet i WordMat. GeoGebra 5 har lidt flere funktioner, til gengæld er det langsommere om at starte op.

Lad os prøve at få vist disse tre funktioner. De er indtastes på 3 forskellige måder for at vise mulighederne. De tre udtryk markeres og der klikkes ’Vis graf’

For at få grafen vist i Word, skal der tages et screenshot, som så skal sættes ind i Word.

I GeoGebra kan man kopiere selve grafen ved at trykke ”Ctrl + Shift + c”, og indsætte i Word med ”Ctrl + v”. (På Mac er det Option i stedet for Ctrl)

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Kurve

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

I ovenstående graf er akserne justeret. Det gør man i GeoGebra ved at klikke  og dernæst placere musen over en af akserne, som man så kan trække i.

GeoGebra kan kun vise grafer for udtryk hvor x er den uafhængige variabel og y er den afhængige variabel. WordMat forsøger dog at oversætte variable til x og y ud fra konteksten, så følgende kan man godt skrive:

Hvis t indgår, så bliver den automatisk uafhængig variabel. Hvis der kun er én udefineret variable, så bliver den uafhængig variabel. Hvis der er flere udefinerede variable, og ingen af dem er x eller t, så kan WordMat ikke afgøre hvilken variabel, der er den uafhængige og der kommer en fejl.

Hvis man indtaster et udtryk som dette hvor der indgår udefinerede variable, så antages det, at de er konstanter, og de sættes til 1. Der oprettes skydere for hvor konstant, så de nemt kan ændres i GeoGebra.

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Parallel, Kurve  Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert. | Konstanter der indgår i udtrykket indsættes automatisk som skydere. |

Her er et eksempel, hvor der plottes punkter og en funktion,

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| y | 1 | 1,5 | 2,1 | 4,6 | 6,2 |

*(Obs: tabeller kan både indsættes lodret og vandret)*

Tabellen og matematikfeltet markeres og der trykkes ”Vis graf”

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Her er nogle eksempler på udtryk fra plangeometri, der kan tegnes vha. GeoGebra

Linjens ligning på formen:

Cirklens ligning:

Parameterfremstilling:

Vektorer:

Det er vigtigt at man bruger x og y som variable i ovenstående eksempler. Dog er det ikke vigtigt, at man bruger t som variabel i parameterfremstilling. Vektorer indsættes med startpunkt i (0,0), men de kan manuelt flyttes med musen efterfølgende.

### GnuPlot

GnuPlot understøttes kun på Windows. Det er det eneste af grafprogrammerne, der er 100% kompatibel med Maxima. Skriv en funktion i et matematikfelt og vælg ”Vis graf / GnuPlot”

Et billede, der indeholder tekst, diagram, linje/række, Kurve

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Grafen til højre er kun i begrænset omfang interaktiv. Der kan zoomes ved at trække et rektangel omkring det område der vil zoomes ind på. Dobbeltklik for at centrere(flytte) og zoome. Ellers skal ændringer laves i venstre side af vinduet.

Når man klikker ”Indsæt graf” sættes koordinatsystemet og grafen ind i dokumentet som billede. Hvis man i dokumentet dobbeltklikker på en graf, som er genereret af GnuPlot vil den åbne op igen i dette vindue, så man kan lave ændringer.

Når vinduet åbnes overføres evt. markerede funktioner og punkter(skrevet i tabel) til vinduet. Lige som definitioner i dokumentet overføres og skrives i feltet nederst til venstre. Disse definitioner kan så anvendes i forskrifter, ligninger mm.

Nedenfor er en graf der er lavet med GnuPlot. Prøv at dobbeltklikke på den for åbne den.



Der kan plottes forskrifter, ligninger, parameterfremstillinger, punkter, vektorer mm. Se menuen øverst.

Begrænsningerne i forhold til GeoGebra 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 åbne grafvinduet i GnuPlot direkte. Det gør man under ’Indst.’ I menuen og dernæst ’Vis i GnuPlot’. Det giver adgang til følgende muligheder:

* Forneden vises hele tiden musens koordinater i koordinatsystem.
* Der kan zoomes ved at trykke højre museknap 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 understøttes kun på Windows. 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 om at åbne, hvis der er definitioner eller markeret noget, da overførslen til Graph tager lidt tid. Definerede funktioner plottes ikke automatisk. De er dog overført til Graph, 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.

### Excel

WordMat har et Excel-ark, der kan vise punkter, grafer og lave regression i et mere matematisk koordinatsystem, end man umiddelbart får i Excel.

Excel-arket åbnes ved at klikke ”Vis graf > Excel” eller ”Regression > Excel regression”. Når Excelarket åbnes kan man blive spurgt om man vil aktivere makroer. Det er vigtigt at man svarer ja, da mange af funktionerne ellers ikke vil virke.

Hvis man har markeret en tabel og/eller en funktion i et matematikfelt i Word bliver punkterne fra tabellen og funktionen fra matematikfeltet overført til Excelarket.

Excelarket understøtter *kun* visning af funktioner - ikke ligninger, vektorer eller parameterfremstillinger.

Excelarket er ikke så avanceret som GeoGebra og GnuPlot, men er ret nemt at tilgå, specielt når det kommer til visning af punkter og til regression. Det er særlig velegnet ved store datasæt, hvis man allerede har data i Excel og i naturvidenskabelige fag.

Eksempel:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| y | 1 | 1,5 | 2,1 | 4,6 | 6,2 |

*(Obs: tabeller kan både indsættes lodret og vandret)*

Tabellen og feltet ovenfor markeres og der trykkes ”Vis Graf / Excel”. Nedenstående er et screenshot fra det Excelark, der kommer frem.

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, tekst, Kurve

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

I venstre side er punkterne fra Word’s tabel indsat. Man kan se, at der er kolonner til at indsætte to datasæt mere. Punkterne fra de 3 datasæt vil blive indsat med forskellige farver i koordinatsystemet.

Lige til venstre for grafen er der 4 felter, hvor man kan indsætte grænserne for koordinatsystemet.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Koordinatsystem | | |  |
| **Xmin** | **Xmax** | **Ymin** | **Ymax** |
| 0 | 4 |  |  |

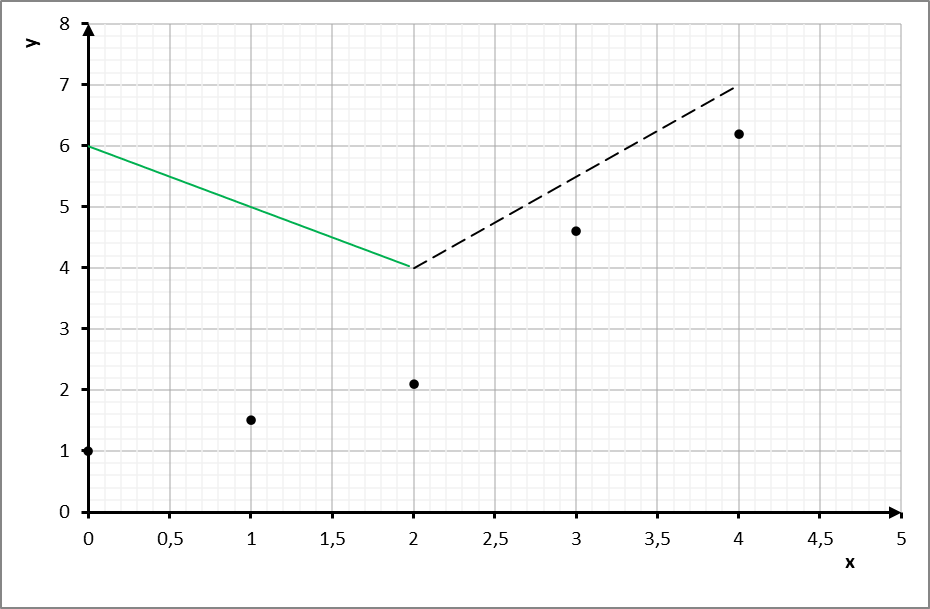
Hvis felterne er tomme, vil de blive tilpasset punkterne. Der skal være angivet xmin og xmax for at der kan tegnes funktioner. Hvis man klikker ”Rediger funktioner” kan man se den funktion, der blev overført fra Word, og man kan her tilføje flere funktioner.

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

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Bemærk, at det er muligt at angive et definitionsområde for hver funktion, så man kan vise stykkevis definerede funktioner, og at man kan ændre linjetypen, så den består af punkter eller streger.

Eksempel:



Der er en kolonne, der hedder **Konstanter**. Den kan bruges hvis man har indsat funktioner, hvori der indgår konstanter, så kan man nemt ændre konstanterne fra den kolonne.

Eksempel:

Feltet ovenfor markeres og der trykkes ”Vis graf / Excel”

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, diagram, Kurve

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Bemærk at der nu optræder to konstanter a og b i kolonnen konstanter, og at de begge er sat til 1 som standard. Hvis man klikker ”Rediger funktioner”, kan man se funktionen er indsat med konstanter. Hvis man ændrer værdierne af konstanterne i kolonnen, slår det automatisk igennem på grafen.

Der er en kolonne, der hedder ”**Marker punkter**”. Den kan bruges til at vise aflæsning af et bestemt punkt i koordinatsystemet med stiplede linjer fra x-aksen til y-aksen.

I dette eksempel er funktionen indsat, og der skrives 2 i det første felt under x. Dernæst udfylder WordMat automatisk y-værdien så det passer med funktionen. Man kan selv ændre denne værdi hvis man vil.

Et billede, der indeholder tekst, diagram, Kurve, linje/række

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

Hvis der ikke er en funktion i koordinatsystemet, udfyldes y-værdien ikke automatisk.

Der understøttes flere forskellige måder som funktioner kan indtastes i Word. Eksempler:

På de to akser står der henholdsvis x og y. Hvis man klikker på dem, kan man ændre teksten. Da koordinatsystemet bare er et tilpasset diagram, kan man bruge alle de normale Excel-funktioner til at tilpasse udseendet. Tilføj fx en diagramtitel eller forklaring, ved at klikke på diagrammet, dernæst klik på + i øverste højre hjørne.

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, Kurve, diagram

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

I forhold til trigonometriske funktioner, så anvendes radianer/grader efter indstillingen i WordMat, når funktionen overføres fra Word til Excel. Hvis der fx indtastes sin(x) direkte i Excel, regnes der med radianer.

Der er en Tangent-knap der kan beregne og vise tangenten til en af funktionerne, der vises på grafen eller en regressionslinje. Bare angiv x-værdien og hvilket funktionsnr. Den beregnede tangentforskrift indsættes som en funktion i ”Rediger funktioner”.

Bemærk at der er et særskilt underark, der hedder ”Graf”. Det viser bare koordinatsystemet med graferne i stort format.

Der er også et ark der hedder ”Residualplot”, som beregner residualerne for evt. regressionslinjer indsat på de tre punktserier, og viser residualplottet.

Der er en knap til at lave regression på hver af de tre punktserier. Det behandles særskilt i afsnit 8 Excel Regression s. 52

Man kan have behov for at gemme en Excel-graf som et Excel-ark og ikke bare tage et screenshot til Word. Der er dog en faldgrube her. Når man gemmer Excel-dokumentet skal det gemmes i xlsm-format (”Excel-projektmappe med aktive makroer”). Det kan nogle gange som standard gemme i xlsx-format, og I så fald vil mange af funktionerne i arket ikke virke mere. Hvis man trykker ”Gem” vælges normalt det rigtige format, mens det går galt, hvis man vælger ”Gem som”.

Excelarket kan indsættes indlejret i Word i stedet for at åbne det separat i Excel. Det gøres ved at sætte flueben ved ”indstillinger / Graf / Indsæt Excelark indlejret”. Det fungerer dog tvivlsomt.

## Hældningsfelt (Retningsfelt)

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

Hældningsfeltet kan tegnes med GeoGebra eller GnuPlot (Kun Windows). Om der anvendes GeoGebra eller GnuPlot afhænger af hvilket grafprogram, der er valgt som standard grafprogram i indstillinger.

Eksempel:

Ligningen markeres og der trykkes hældningsfelt i menuen under ”Vis graf”.

I GeoGebra der set sådan ud:

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, linje/række, nummer/tal

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Hældningsfeltet vises sammen med en integralkurve, der går gennem punktet A. Du kan trække i punktet A for at se anden integralkurve, eller ændre koordinaterne i venstre side. Man kan også ændre andre indstillinger:

Tic styrer hvor præcist integralkurven tegnes. En lavere værdi er bedre, men gør grafen langsommere at opdatere.   
Xmin og Xmax styrer i hvilket område integralkurven skal tegnes.

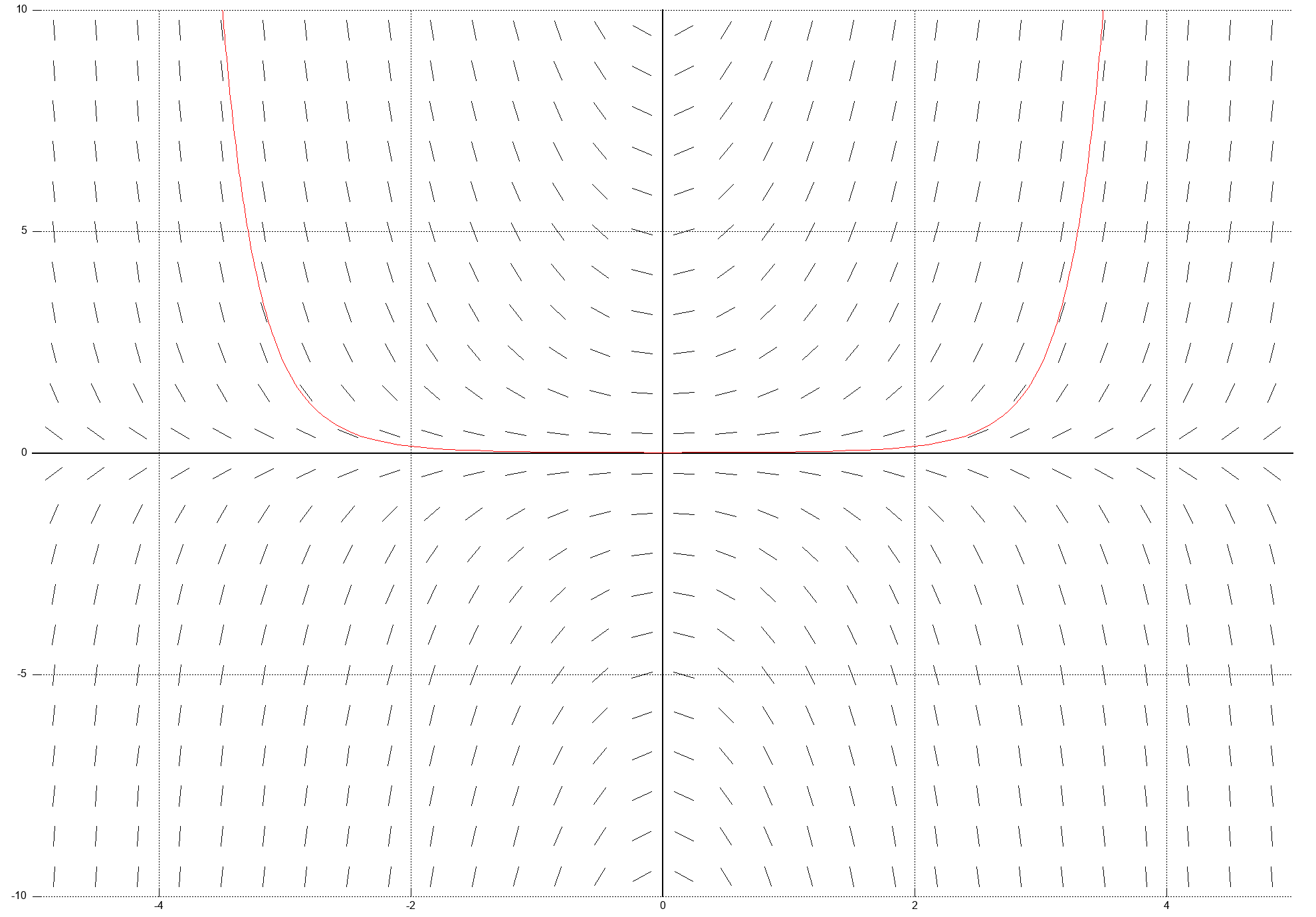
Her er samme eksempel med GnuPlot:

Cursoren placeres i matematikfeltet og der vælges hældningsfelt.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, diagram, nummer/tal

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

I venstre side indtastes koordinaterne til et punkt, hvor vi vil se en integralkurve, og dernæst klikkes Opdater, og til slut Indsæt graf for at få grafen ind i Word:



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.

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

## 3D-Grafer

WordMat kan vise forskrifter, ligninger, vektorer, parameterfremstillinger og punkter i 3D (Rummet) vha. GeoGebra eller GnuPlot (Kun Windows).

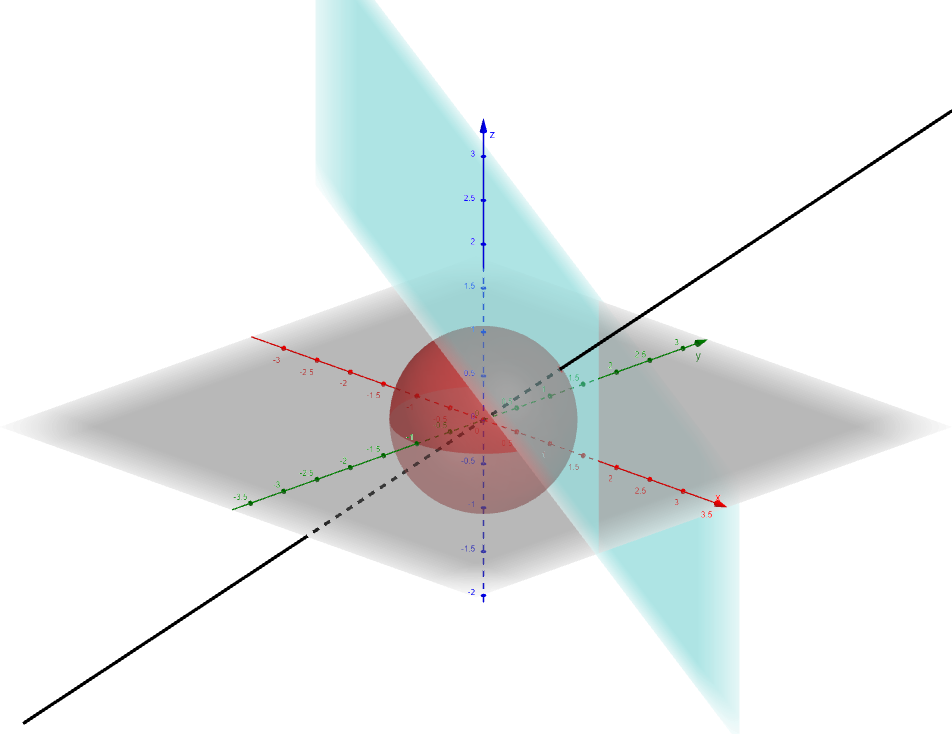
Man indtaster fx en ligning i et matematikfelt og trykker ”3D plot”-knappen i menuen. Man kan godt markere flere matematikfelter på én gang.

*Eksempel:* ligningen for en kugle, parameterfremstilling for en linje og ligningen for et plan markeres og der trykkes ”3D plot”

Der kommer nu følgende vindue frem:

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, diagram, nummer/tal  AI-genereret indhold kan være ukorrekt. | Bemærk at der står en stjerne ud for fanerne med ligninger og parameterfremstillinger, da der nu er udfyldt felter på disse faner.  Nederst til højre vælges GeoGebra eller GnuPlot for at se figurerne. |

Indstillingerne i højre side er indstillinger der vedrører GnuPlot, og ikke GeoGebra. Her er hvordan ovenstående ser ud i GeoGebra, efter akserne er blevet justeret lidt:



Her er et eksempel fra GnuPlot

Et billede, der indeholder diagram, skærmbillede, design

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

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 Maxima-kommando kan også bruges til at lave 3D-grafer. Dog kun forskrifter. Bare tryk beregn på udtrykkene så åbner GnuPlot vinduet.

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, skærmbillede, design

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

### Omdrejningslegeme

WordMat kan tegne omdrejningslegemer omkring x-aksen for en eller flere funktioner ad gangen, vha. GeoGebra.

*Eksempel:*

Cursoren placeres i matematikfeltet og der trykkes på den nederste del af 3D plot-knappen og der vælges omdrejningslegeme.

Et billede, der indeholder origami

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Hvis der skal vises flere omdrejningslegemer i samme koordinatsystem, markeres bare flere matematikfelter.

Formelsamlingen har en formel til beregning af volumen af et omdrejningslegeme. Bare søg på omdrejningslegeme eller volumen.

## Statistiske diagrammer

WordMat kan generere alle de statistiske diagrammer man typisk bruger i grundskolen og det danske Gymnasium. Det gøres vha. Excel-dokumenter.

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.

**Data**Den første fane er ”data”. Her kan man indtaste sine rå data, få dem talt op og evt. gruppere dem. Hvis man allerede har talt dataene op eller grupperet dem, så gå videre til næste afsnit.

Et billede, der indeholder tekst, diagram, skærmbillede, nummer/tal

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

I eksemplet ovenfor er der indsamlet skostørrelser for 90 personer. Alle de 90 skostørrelserne er tastet i den første kolonne under ”rå data”.

I de næste kolonner ”ugrupperet data”, tælles automatisk op hvor mange der er af de forskellige skostørrelser (hyppigheder for hver observation) og det illustreres på automatisk på pindediagrammet til højre.

Hvis man gerne vil have grupperet dataene kan man gøre det ved at indtaste intervaller under ”grupperet optælling”. Intervallerne er af typen ]a, b]. dvs. det starttallet er ikke med i intervallet, men det er sluttallet. Hvis man vil intervaller af samme længde er det nemmeste at benytte felterne lige over ”grupperet optælling”, så udfyldes alle intervallerne automatisk. Hvis Grupperet optælling udfyldes illustreres det på Histogrammet til højre.

Når dataene er indtastes talt op, og evt. grupperet klikkes på knappen ”Kopier til øvrige ark”. Det kopierer dataene til de øvrige underark i regnearket, hvor der beregnes statistiske deskriptorer og vises forskellige relevante diagrammer.

De næste to faner (ugrup og grup) laver en komplet beregning af alle størrelser og diagrammer man har brug for, for henholdsvis ugrupperede og grupperede datasæt.

Knappen ”Datasæt 1” kan bruges til at skifte mellem forskellige datasæt. I alt kan der gemmes 8 datasæt i arket.

**Ugrupperet observationssæt (Ugrup-fanen)**På fanen Ugrup udfyldes data automatisk fra data-arket, eller man kan selv udfylde det, hvis man har tallene talt op. Man indtaster observationer og hyppigheder i de to første kolonner.

  
*(dobbeltklik for at redigere arket)*

Frekvens og kumuleret frekvens beregnes så automatisk. Dertil beregnes følgende statistiske deskriptorer:   
Kvartilsæt (Median samt nedre og øvre kvartil), middelværdi og spredning. Man kan også få beregnet en vilkårlig fraktil, som samtidigt illustreres på trappediagrammet. Man kan enten indtaste en observation i første kolonne under ”Fraktiler”, eller indtaste et procenttal i 2. kolonne. Der kan beregnes og illustreres to forskellige fraktiler på én gang.

Boksplot, pindediagram og trappediagram vises automatisk.  
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.

**Grupperet observationssæt (Grup-fanen)**  
På fanen Grup udfyldes data automatisk fra data-arket, eller man kan selv udfylde det, hvis man har grupperet tallene i intervaller. Man indtaster Intervallerne i Fra og til kolonner, samt hyppighederne i de tre første kolonner.



*(dobbeltklik for at redigere arket)*

Frekvens og kumuleret frekvens beregnes så automatisk. Dertil beregnes følgende statistiske deskriptorer:   
Kvartilsæt (Median samt nedre og øvre kvartil), middelværdi og spredning. Man kan også få beregnet en vilkårlig fraktil. Man kan enten indtaste en observation i første kolonne under ”Fraktiler”, eller indtaste et procenttal i 2. kolonne. Der kan beregnes og illustreres to forskellige fraktiler på én gang.

Boksplot, Histogram og sumkurve vises automatisk.

### GOF (Goodness of fit)

Goodness of fit beregnes på baggrund af et grupperet datasæt, som er indtastet manuelt eller overført fra Data-arket. Ud over datasættet skal man indtaste en forventet fordeling (0-hypotesen). Der er to knapper man kan bruge til automatisk at indtaste en symmetrisk fordeling eller en normalfordeling som forventet fordeling.

Goodness of fit testen afgør så om den observerede fordeling stammer fra den forventede fordeling.

I dette eksempel er anvendt dataene for de 90 skostørrelser ovenfor, og knappen til normalfordeling er anvendt med en middelværdi på 40 og spredning på 3.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, linje/række, diagram

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Vi kan se at p-værdien er 0,31=31%, og med et signifikans niveau på 5% kan vi ikke forkaste 0-hypotesen. Vi har altså *ikke* belæg for at sige at den observerede fordeling er forskellig fra den forventede.

Til pædagogisk brug vises hvordan P-værdien beregnes på baggrund af -fordelingen, og hvordan de to fordelinger ser ud ved siden af hinanden.

### Histogram-fit

Denne fane anvendes til at finde den bedst tilnærmede normalfordeling til et grupperet datasæt. Det eneste der skal indtastes er de grupperede data, som kan indtastes manuelt eller kan komme fra data-arket.

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Kurve, Parallel

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Middelværdien og spredningen beregnes automatisk og histogrammet vises sammen med normalfordelingen. Den automatiske metode til estimering af middelværdien og spredningen er dog meget simpel. Man kan selv justere tallene og se på grafen se om man kan frembringe en normalfordeling der passer bedre med fordelingen end den automatiske. Se også næste fane ”Normal-plot” for en mere avancerede beregningsmetoder af middelværdi og spredning.

### Normal-plot

På denne fane findes grafer, der kan hjælpe med at afgøre om et ugrupperet datasæt er normalfordelt. Samtidigt beregnes estimater på middelværdi og spredning vha. forskellige metoder. De rådata tastes i 1. kolonne eller kommer fra data-arket. Et billede, der indeholder tekst, diagram, linje/række, nummer/tal

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Hvis punkterne tilnærmelsesvis ligger på en ret linje, uden systematiske afvigelser, har man belæg for at sige at datasættet er normalfordelt.

Der er to forskellige grafer, der bruger lidt forskellige metoder til at tegne graferne. Den øverste ”normal-plot” bruger metoden beskrevet her: <https://en.wikipedia.org/wiki/Normal_probability_plot>

QQ-plottet er lidt mere simpel, men er en mere gængs metode.

Det kan være en god ide at tilpasse akserne på graferne for at få det bedste udgangspunkt til at vurdere graferne. Det gøres ved at højreklikke på x-aksen og vælge ”Formater akse”. I højre side kan man så justere minimum og maksimum.

Der angives 3 forskellige estimater af middelværdi og spredning. 1. estimat er baseret på normalplottet, 2. estimat er baseret på QQ-plottet, og 3. estimat er beregnet ud fra standard formel for middelværdi og spredning for et datasæt.

### **Specifikke diagrammer**

Hvis man har behov for et bestemt type diagram og har alle nødvendige data, så kan man benytte de ark, der specifikt bruger et bestemt diagram. Disse vælges ved at klikke nederst på statistikknappen i WordMat menuen.  
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, da de kan vise flere datasæt i samme diagram. Statistik-arket kan kun vise diagrammer med ét datasæt ad gangen.

Ved de specifikke Excelark kan man forneden vælge et underark, hvor kun diagrammet vises i stort format.



# Regression

WordMat kan foretage 4 forskellige regressionsformer: lineær, eksponentiel, potens og polynomisk regression. Samt en brugerdefineret regressionsform. Der er grundlæggende to fremgangsmåder. En metode der kun anvender Word og en metode der er Excel-baseret, som behandles i et særskilt afsnit nedenfor.

## Regression i Word

Vi har 10 punkter, som der skal udføres lineær regression på. Det første vi gør, er at klikke på regression i WordMat-menuen og vælger ”Indsæt tabel”. Vi bliver spurgt om hvor mange punkter vi vil indsætte og skriver 10. Der indsættes så denne tabel i Word:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **y** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Nu udfyldes tabellen med punkterne

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| **y** | 4,2 | 6,3 | 8,8 | 11 | 11,9 | 14,2 | 16,1 | 17,8 | 20 | 21,7 |

Så placeres cursoren et sted i tabellen og i WordMat menuen vælges *Regression > Lineær*.

Lineær regression udført vha. WordMat: R2 = 0,9968176

Nu har vi fået den lineære funktion, der bedst passer med punkterne, og beregnet korrelationskoefficienten (Forklaringsgraden.)

Hvis man gerne vil se hvordan grafen for funktionen passer med punkterne, markeres både tabellen og funktionen, og der klikkes Vis graf i menuen (eller: Alt + P). Det gør ikke noget, der er tekst i mellem, som også bliver markeret.

WordMat|1.35|||||0|10|0|24|1,915152x+2,666667|x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||x|||-1||||||||||||||||1;4,2
2;6,3
3;8,8
4;11
5;11,9
6;14,2
7;16,1
8;17,8
9;20
10;21,7
|||False|False|1,2|1,2|||True|False|False|True|

Man kan også indsætte sin egen tabel vha. Words normale tabelværktøj, eller kopiere en tabel ind et andet sted fra. Der understøttes både vandrette og lodrette tabeller. Funktionen ”Indsæt tabel” vil indsætte en vandret tabel, hvis der angives 10 eller færre punkter, ellers indsættes en lodret tabel. Det er valgfrit om der skal være ”overskrifter” i de første celler. Tekst bliver ignoreret.

Et særligt problem kan opstå, hvis man kun har to punkter og der ikke angives en overskrift, da retningen af tabellen, da er tvetydig. Konventionen er da at tabellen er lodret.

Følgende tabel bliver 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, og der kan anvendes videnskabelig notation angivet med en følgende notationsformer: 2,1\*10^6 eller 2,1E6

Bogstaver i tabellen ignoreres, men forårsager ikke fejl.

Eksempel på forskellige godkendte måder at indtaste tal på i en tabel:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **y** | 12,34 | 345.6 | 5,6E4 | 6,2\*10^5 | 7E6 |

Der må ikke anvendes matematikfelter i tabellen.

I stedet for at angive punkterne i en tabel, er der også mulighed for at angive en punktmængde i et matematikfelt.

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

Bemærk hvordan der både er anvendt semikolon og komma som listeseparator. Listeseparator identificeres ud fra sammenhængen. Der understøttes ikke grafvisning af punkterne på denne skrivemåde.

## Excel Regression

I stedet for at udføre regressionen direkte i Word, kan den udføres i et specielt Excel-ark. Excel har allerede funktioner indbygget til at udføre regression, men WordMat’s Excel-ark gør dette nemmere, og tilføjer en række funktioner som Excel normalt ikke har, anvender skrivemåder som oftere anvendes i undervisningen og genererer en graf som ligner et rigtigt koordinatsystem. Excelarket er særlig velegnet hvis man har mange punkter, hvis man allerede har punkterne i Excel og særligt til naturvidenskabelige fag.

Excelarket’s funktioner, bortset fra regression, er beskrevet i *Afsnit 8 Graftegning under Excel s. 38*.

Excelarket kan åbnes fra to forskellige steder i WordMat-Menuen. Under ”*Vis graf*” og under *Regression*. Det er underordnet hvilket punkt, der klikkes på.

Hvis der i Word er markeret en tabel og/eller et matematikfelt med en funktion overføres dette til Excelarket. Vi fortsætter her med et eksempel fra *Afsnit 8*.

Der er indtastet punkter under punktserie 1. For at udføre regression klik på Regression og dernæst typen.

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, tekst, Kurve

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Forskriften og grafen kan nu ses i koordinatsystemet.  
Bemærk at Regressionslinjen udfylder hele koordinatsystemet, så man i dette tilfælde kan se skæringen med y-aksen. Det gør Excel ikke som standard. Det er heller ikke standard med et koordinatsystem med gitter og pile på akserne.

Du kan nemt skifte mellem de forskellige typer regression for at se hvordan de passer med punkterne.

Særligt for eksponentiel regression dukker der et ekstra tekstfelt op, hvor forskriften skrives på formen

hvilket er særlig nyttigt på lavere matematikniveauer, hvor ikke er indført.

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram, tekst

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Bemærk at ved polynomisk regression har du mulighed for at angive orden af polynomiet fra 2-6.

Funktionen ”Marker punkter” virker også for regressionslinjer. (se af *Afsnit 8*)

## Sinusregression

Ved Sinus regression findes den harmoniske svingning der bedst passer med punkterne. Den harmoniske svingning er denne funktion:

Det drejer sig altså om at få bestemt de 4 konstanter der indgår i funktionen.

A - amplituden (lodrette strækning)  
 - vinkelhastigheden (påvirker frekvens og periode/bølgelængde)  
 - faseforskydningen (påvirker vandrette forskydning)  
k - lodrette forskydning

Som ved de andre regressioner, indtaster man koordinaterne til punkterne i en tabel, evt. via ’Indsæt tabel’ i regressionsmenuen. Hvorefter man placerer cursoren i tabellen og vælger ’Sinus regression’ fra WordMat’s menu.

Eksempel data:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x** | 10 | 70 | 130 | 190 | 250 |
| **y** | 7,2 | 11,5 | 16,2 | 17,5 | 13,4 |

Sinus regression udført vha. WordMat (i radianer): R2 = 0,9991414

Man får vist grafen, ved at markerer tabellen og funktionen samtidigt, og klikke ’Vis graf’ (Alt + p)

Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Kurve, tekst

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

*OBS: I langt de fleste tilfælde skal WordMat stå til radianer, når der udføres Sinusregression. Hvis du udfører regression mens WordMat står til at regne i grader vil du blive advaret.   
Har du fx udført regression i grader og efterfølgende viser grafen med radianer vil punkterne og grafen ikke passe sammen.*

Som alternativ til WordMat’s sinusregression kan man anvende GeoGebra

1. Sæt cursoren i tabellen og tryk ”*Vis graf > GeoGebra calculator suite*” eller ”*Vis graf > GeoGebra 5*”  
   (Alternativt tryk Alt+P hvis du har GeoGebra som standard Grafprogram)
2. Indtast i inputfeltet afhængig af hvilken GeoGebra der er åbnet i.  
   GeoGebra Calculator Suite: fitsin(l1)  
   GeoGebra 5: fitsin(punkter)
3. evt. øg antallet af cifre i Indstillinger/afrunding (settings/rounding)

## Brugerdefineret regression

Ved denne regressions-type indtastes, 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 ”Brugerdefineret regression”, eller den kan indtastes efterfølgende.

*Eksempel:*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| **y** | 82 | 75 | 66 | 59 | 51 | 50 | 44 | 37 | 37 | 33 |

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, display/skærm/fremvisning, software  AI-genereret indhold kan være ukorrekt. | Her kan man se at funktionen der blev markeret, er blev indsat. WordMat identificerer de tre konstanter og der er klargjort til at indsætte startgæt.  I dette tilfælde indtastes der ikke startgæt, og WordMat finder alligevel en god løsning. |

Brugerdefineret regression med funktionen: udført vha. WordMat: R2 = 0,9928024

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram, Parallel

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

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

WordMat har to tilgangsmåder til sandsynlighedsregning. Den rent CAS-baserede, med formler i Word, og nogle Excelark, der kan vise fordelinger og foretage statistiske test. Excel-arkene kan tilgås fra menuen Under *Fordelinger* og *Test*. Formlerne er indbygget i formelsamlingen.

## Kombinatorik, binomialfordeling og test

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.

Eller denne med formler for binomialfordeling, hvor formlen for binomialkoefficient også optræder

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, display/skærm/fremvisning, Font/skrifttype

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

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)

Under ”Fordelinger > Binomialfordeling” finder man Excel-arket til Binomialfordelingen.

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, nummer/tal, diagram  AI-genereret indhold kan være ukorrekt. | Øverst til venstre angiver man antalsparameteren n og basissandsynligheden p. Som udgangspunkt står de til n=10 og p=0,4.  Når n og p ændres, beregnes tabellen over og automatisk nedenfor, lige som fordelingen illustreres på de to grafer for henholdsvis og .  Middelværdien og spredningen beregnes automatisk. |

Til beregning af og kan man slå op i tabellen, men der er også specifikke felter øverst til beregning af , og

Bemærk, at der nederst på arket er et underark, der hedder ”Binomialtest”. Hvis man klikker på det får man et ark, der kan foretage binomialtest på samme n og p.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Kurve, diagram

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

I ovenstående eksempel er n=100 og p=0,4

For at kunne foretage testen skal arket yderligere have en observeret -værdi eller en observeret -værdi. Hvis man udfylder et af de to felter beregnes det andet automatisk. I ovenstående eksempel blev der tastes .

Som udgangspunkt antages signifikans niveau på 5% og en dobbeltsidet test, men det kan ændres.

På diagrammet kan man se binomialfordelingen, og man kan se den kritiske mængde illustreret med rødt. Den observerede værdi er vist med en lodret streg og den er farvet efter om den er inde i den kritiske mængde. De konkrete kritiske værdier og kritisk mængde er angivet under diagrammet.

Bemærk også der ud for den observerede -værdi angives usikkerheden, som også angives som et konfidensinterval nederst på siden. Metoden til beregning af usikkerheden er den tilnærmede formel

Konstanten 1,96 gælder dog kun for signifinans niveau 5%. Hvis signifikansniveauet ændres beregner WordMat den korrekte konstant.

## Normalfordeling

Som med binomialfordeling kan normalfordelingen tilgås via CAS og formler eller via et Excelark. Vi ser først på CAS tilgangen.

I formelsamlingen kan man finde tæthedsfunktionen og fordelingsfunktionen for normalfordelingen

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

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Når man indsætter en af formlerne, vil middelværdi og spredning, samt funktionen blive defineret. Man kan så bare ændre middelværdi og spredning.

*Eksempel: Begge funktioner defineres fra formelsamlingen*

Vi kan så fx beregne sandsynligheden for at X er mindre end 1,4

Eller vi kan løse ligningen

Vha.:

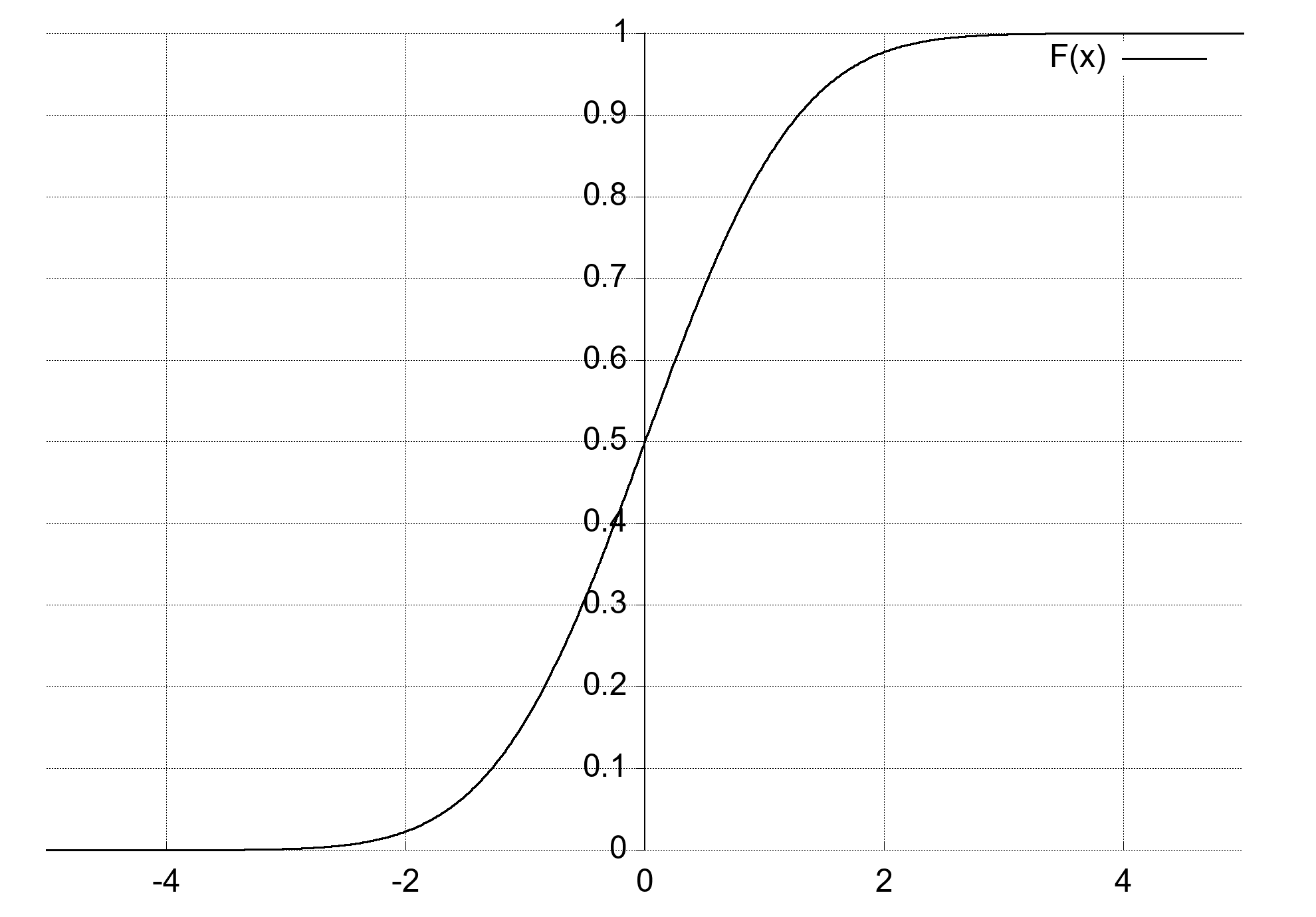
*Ligningen løses for r vha. WordMat.*

Man kan også tegne grafen for tæthedsfunktionen. Bare klik vis graf, hvis tæthedsfunktionen er defineret, så overføres funktionen automatisk til GeoGebra.

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram, skibakke

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Visning af Fordelingsfunktionen understøttes dog ikke at GeoGebra, men kan vises med GnuPlot(Kun Windows)



Der er dog andre måder at vise Fordelingsfunktionen på Mac.

Klik ”Fordelinger > Normalfordeling” for at åbne Excel-arket til Normalfordelingen.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Som udgangspunkt sættes middelværdien til 5 og spredningen til 1. Når det ændres slår det automatisk igennem på graferne.  Hvis middelværdien ændres, skal man typisk også ændre Grafvinduet, ved at angive Xmin og Xmax lige nedenfor.  Grafen for fordelingsfunktionen F(x) kaldes for den kumulerede graf.  Ved at udfylde felterne i venstre side kan man beregne og få det illustreret på grafen, som arealet under frekvensfunktionen mellem r og s. |

Nederst er der to felter til at beregne og og samtidigt få det illustreret med aflæsningspile på grafen for F(x).

## ꭓ²-fordeling og test

χ² -fordeling kan også behandles vha. CAS eller vha. et Excel-ark.

χ² - Frekvensfunktionen kan findes i den ”gamle” formelsamling. Klik på den nederste del af formelsamlingsknappen og vælg *”Sands > χ²-fordeling > frekvensfunktion”*.

Du bliver bedt om at angive et antal frihedsgrader. Hvis du bare angiver n (default), får du det generelle udtryk, og du kan så selv definere n.

χ² - Frekvensfordeling med n Frihedsgrader

Bemærk at funktionen er indsat som en definition. Så den kan umiddelbart anvendes

Funktionen kan også vises med GeoGebra. Hvis du ikke definerer n, får du en skyder, hvor du kan justere antal frihedsgrader.

Men du kan også få frekvensfunktionen med et bestemt antal frihedsgrader direkte, ved at angive et bestemt antal idet du klikker på knappen i menuen.

χ² - Frekvensfordeling med 5 Frihedsgrader

Her er begge ovenstående funktioner vist.

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

Excel-arket åbnes via menuen ”*Fordelinger > χ²-fordeling*”.

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, diagram, linje/række, Kurve  AI-genereret indhold kan være ukorrekt. | Øverst til venstre angives antal frihedsgrader, så justeres grafen til højre automatisk. Det kan så være nødvendigt at justere Xmax lige nedenunder for udvide koordinatsystemet, så man kan se hele grafen.  I feltet ”Aflæs højresum” kan man angive en procent, som så markeres på grafen som arealet under grafen yderst til højre. X-værdien for der hvor arealet stopper angives.  Nederst vises grafen for Fordelingsfunktionen. Her markeres også hvordan man kan aflæse testværdien for højresummen |

### χ² - test

WordMat har et Excelark, der kan anvendes til χ²-test. Fra menuen under Test vælges ’χ² -test for sammenhæng’.

Når funktionen aktiveres, bliver du spurgt om signifikans niveau og dimensionerne af krydstabellen. Dernæst åbnes et Excelark, hvor du kan udfylde krydstabellen.

Har du allerede krydstabellen i en tabel i Word, skal du placere cursoren i tabellen og aktivere funktionen, så bestemmes dimensionen automatisk og tallene overføres automatisk til Excel. Ligeledes angives resultatet af undersøgelsen direkte i Word.

*Eksempel: Sammenhæng mellem køn og højde?*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **100-160** | **160-180** | **180-300** |
| **M** | 45 | 540 | 305 |
| **K** | 213 | 824 | 120 |

Der udføres χ² - test for sammenhæng vha. WordMat

P-værdi: 4,734359E-48 = 4,734359E-46%

På signifikansniveau 5% kan 0-hypotesen, at der ikke er en sammenhæng, forkastes. Dvs. Der er en sammenhæng mellem de to variable.

Der udføres χ² - test for sammenhæng vha. WordMat

P-værdi: 4,734359E-48 = 4,734359E-46%

På signifikansniveau 5% kan 0-hypotesen, at der ikke er sammenhæng, forkastes. Dvs. Der er en sammenhæng mellem de to variable.

I Excel-arket kan man ændre signifikansniveauet, se Q-værdi, samt den kritiske Q-værdi.

Man kan også se hvordan Q-værdien er beregnet vha. de forventede værdier og bidragene til Q-værdien.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, linje/række, nummer/tal

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

## t-fordeling

WordMat har et Excelark til at vise t-fordelingen. Det fungerer på samme måde som arket for normalfordeling.

Der mangler endnu et ark til t-test.

# Infinitesimalregning

Differential- og integralregning i WordMat fungerer generelt med den samme notation, som man anvender på papir.

## Differentialregning

I differentialregning er det generelt en god ide at starte med at definere den eller de funktioner, der skal arbejdes med

Nu kan man fx beregne den afledte funktion:

Eller finde differentialkvotienten i et enkelt punkt:

Mærket ’ kan indtastes på flere forskellige måder på et tastatur. De forskellige mærker ligner alle hinanden: ’ ´ `

WordMat understøtter alle måder at indtaste mærke på, men det anbefales, at benytte det som er lige til venstre for Enter-knappen på samme knap som \*. Det ligner bedst, og er nemmest tilgængeligt.

Man behøver dog ikke at definere en funktion for at differentiere den. Følgende notationsformer virker også:

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

I forhold til de trigonometriske funktioner, er det vigtig at WordMat er sat til at regne i radianer

Er WordMat ikke sat til radianer svarer det til at funktionen bliver differentieret, og så bliver resultatet:

WordMat understøtter også 2. og 3. afledede mm.

Differentialnotation understøttes også, men der er en problemstilling. Vi husker at vi ovenfor har defineret y. Hvis man bare skriver dy/dx virker det ikke

Det skyldes at WordMat ikke som udgangspunkt reserverer variablene dy og dx. WordMat skal altså vide at du ikke bare har indtastet en almindelig ligning, hvor der er to variable, der hedder dy og dx.

Det kan gøres på to forskellige måder.

1. *Differential d*  
   Word understøtter indtastning af et specielt d, som kan anvendes ved dy/dx notation. Dette d indtastes ved at taste ’\dd’ efterfulgt af mellemrum. Og så virker det:

Det ligner fuldstændigt et normal d, men der er altså en forskel.

1. *Indstillingen: ”Brug alm. d som differential d”*

Det er også muligt at få det til at virke ved at taste et almindeligt d. Det gøres ved at åbne indstillinger > Notation og sætte flueben ved ”*Brug alm. d som differential d*”

Det kan ikke afvises, at det kan give problemer i nogle sammenhænge, hvor d indgår i en almindelig ligning. Det er dog meget lidt sandsynligt.

Andre eksempler på tilladt notation:

, , , ,

**Partielt afledte**

Differential symbolet, der anvendes ved partielt afledte: ∂ - Indtastes med genvejen *”\partial”*

Her er nogle eksempler på notation, der kan anvendes med partial symbolet uden at definere en funktion:

Hvis man har defineret en funktion af to variable, kan man også anvende notationen med sænket skrift til at bestemme partielt afledte:

Eksempel på opgave: Tangentbestemmelse

## 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.

## Grænseværdier

Eksempel

Differentialkvotient 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.

# Differentialligninger

WordMat kan løse ordinære differentialligninger af 1. og 2. grad. Indtast differentialligningen i et matematikfelt, og vælg ”Løs Differentialligning” under ”Løs”.

*Differentialligningen løses vha. WordMat's 'Løs differentialligning' funktion*

Der er understøttes yderligere to måder man kan indtaste differentialligninger på.

og

Efter man har trykket ”løs differentialligning”, kommer dette vindue op:

|  |  |
| --- | --- |
| Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, display/skærm/fremvisning, nummer/tal  Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert. | WordMat forsøger at identificere hvad der er uafhængig variabel og hvad der er afhængig variabel. Kontroller om det er rigtigt.  Hvis der i differentialligningen indgår en funktion som fx f(x) i stedet for en variabel som fx y. så skal man skrive funktionen som f(x) og ikke bare f.  Indsæt evt. startbetingelse. Hvis der ikke angives en startbetingelse, får man bare den generelle løsning med c som konstant. |

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

*Differentialligningen løses vha. WordMat's 'Løs differentialligning' funktion med startbetingelsen y(0)=1*

**OBS:** Der findes et særligt ’differential d’ som kan indtastes ved brug af notation. Det indtastes ved at taste ”\dd” og mellemrum. Det ligner fuldstændigt et normal d, men gør det nemmere for WordMat at skelne. Der kan jo også indgå en variabel der hedder d, eller starter med d. I simple tilfælde er det dog ikke noget problem, som ved . Bemærk også at der i indstillinger under notation er et flueben, hvor man kan gennemtvinge at almindelig d altid opfattes som et differential d.

Eksempel på differentialligning af 2. grad.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, display/skærm/fremvisning, nummer/tal

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.Her får man yderligere muligheder idet man her kan vælge mellem at indtaste begyndelsesbetingelser eller randbetingelser.

Hvis ingen indtastes, får man den fuldstændige 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

**Eksempler på differentialligninger**

Her findes den fuldstændige løsning til den logistiske differentialligning

*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*

**Retningsfelt/hældningsfelt**

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

Eksempel:

Vælg ”Vis graf / Hældningsfelt”

Et billede, der indeholder skitse, linje/række

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.Hældningsfeltet vises nu og integralkurven der går gennem (1,2)

Hvis man vil se en anden integralkurve, skal man bare ændre punktet. Den kan gøres ved at trække i punktet eller ændre det i menuen til venstre.

## Koblede differentialligninger

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

Når man løser en differentialligning som vist i forrige afsnit, er der en knap til ’Numerisk løsning’ som kan aktivere denne funktion, men funktionen kan også findes ved at klikke ”Løs / Løs koblede differentialligning(er) numerisk”. Man kan indtaste differentialligningerne i dokumentet, markere dem og dernæst aktivere funktionen, eller man kan indtaste funktionerne direkte ind i vinduet. Variablene må ikke tastes som funktioner. (dvs N ikke N(t))

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

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

De tre matematikfelter markeres, ’løs koblede differentialligning(er) numerisk’ aktiveres. Dernæst sættes konstanterne via definitionsfeltet, Startværdierne sættes R,S,I sættes ud for de enkelte udtryk og der markeres at alle 3 grafer skal vises. Den uafhængige variabel sættes til at være t og gå fra 0 til 100. Til slut klikkes ’Vis Graf’.

Et billede, der indeholder tekst, diagram, nummer/tal, linje/række

Indhold genereret af kunstig intelligens kan være forkert.

I ovenstående eksempel er GnuPlot anvendt til at vise graferne. GeoGebra kan dog også anvendes. På Mac understøttes GnuPlot ikke.

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

En anden tilgang til koblede differentialligninger er Excel og Eulers metode. Det er mindre præcist og kræver mere manuelt arbejde, men kan give en bedre forståelse for hvordan numerisk løsning af koblede differentialligninger fungere.

Her er et eksempel lavet som indlejret Excel ark.



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.

# Vektorer

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

# 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:

# Formelsamling

# 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 |

# Sumtegn og produkttegn

Eksempel:

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

Man kan ligeledes anvende produkttegn:

# 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:

<https://maxima.sourceforge.io/docs/manual>

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

Funktionen er ikke injektiv og kommer derfor i to ’grene’: 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.

Lambert W funktionen anvendes af WordMat at løse ligninger som fx

Eksempel 1:

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

Eksempel 2:

*Ligningen løses for x vha. WordMat.*

# Programmering / Kodefelter

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.

I stedet for at anvende et matematikfelt til programmering kan man også anvende kodeblokke.

I menuen under definitioner > Indsæt kode blok

Det kan anvendes til længere …

# 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (.) |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (.) |

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.