

**Intreerede prof.dr.ir. C. Vuik
hoogleraar Numerieke Wiskunde**

'Berekend in Delft'

15 februari 2008

 **TU**Delft

Technische Universiteit Delft

Inleiding



Wielewaal

Inleiding

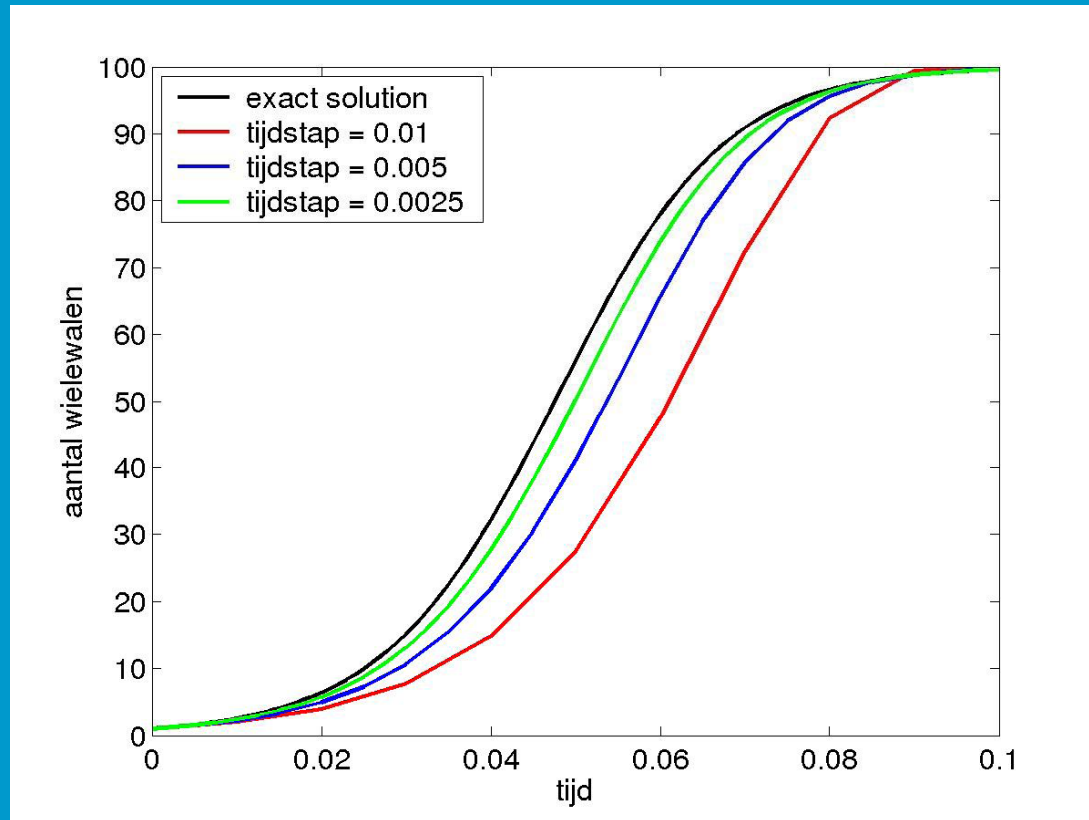
Eenvoudig model

$$\frac{dy}{dt} = \ln 2 y(t)$$
$$y(0) = 1$$

Inleiding

Euler Voorwaarts

$$w_{n+1} = w_n + \Delta t(b_n - w_n)w_n$$

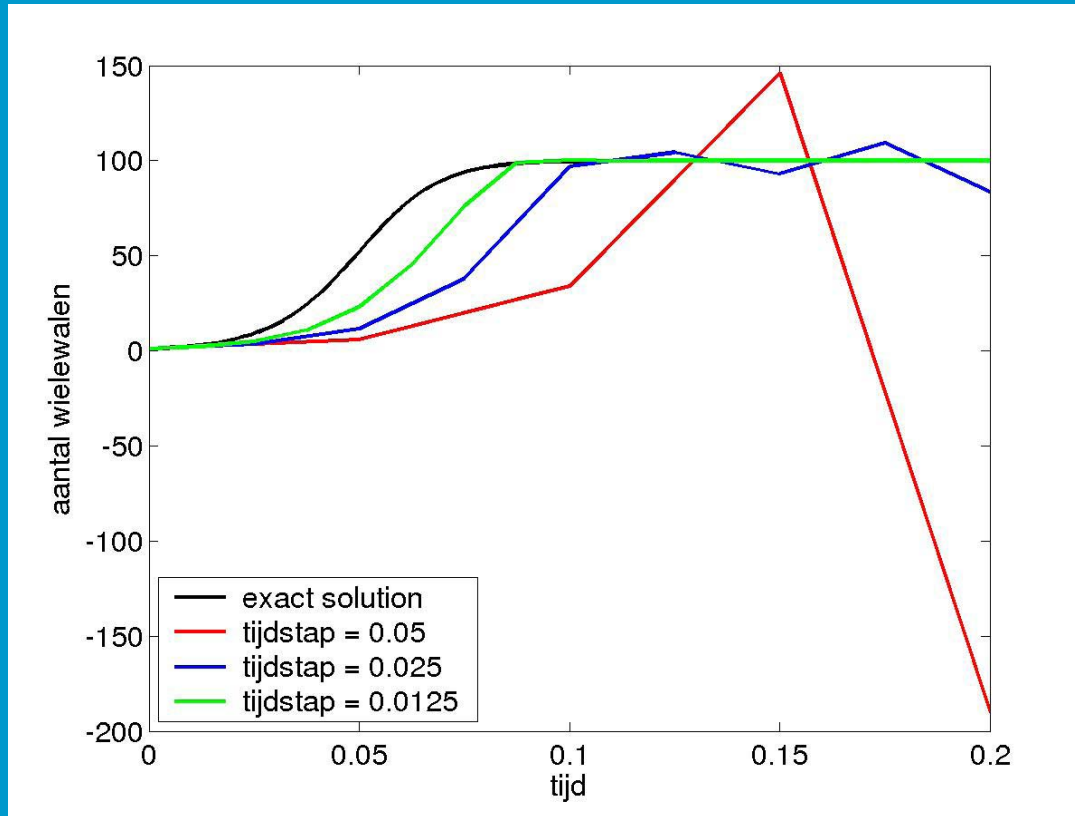


Convergentie

Inleiding

Euler Voorwaarts

$$w_{n+1} = w_n + \Delta t(b_n - w_n)w_n$$

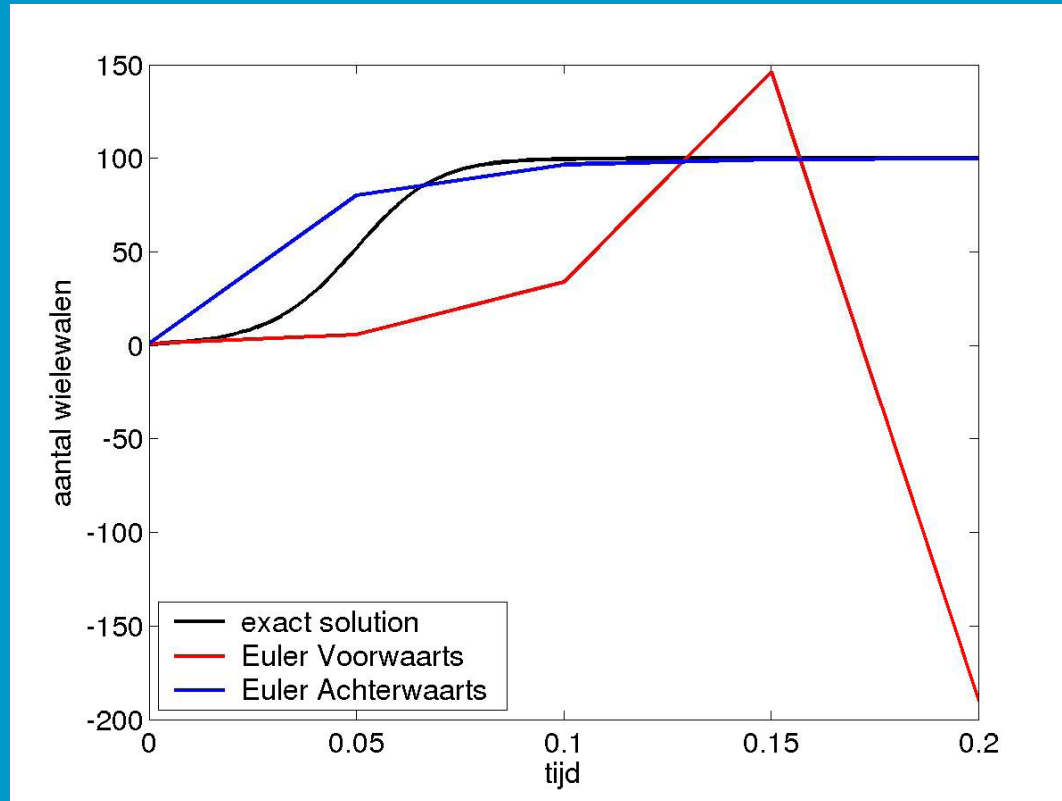


Stabiliteit

Inleiding

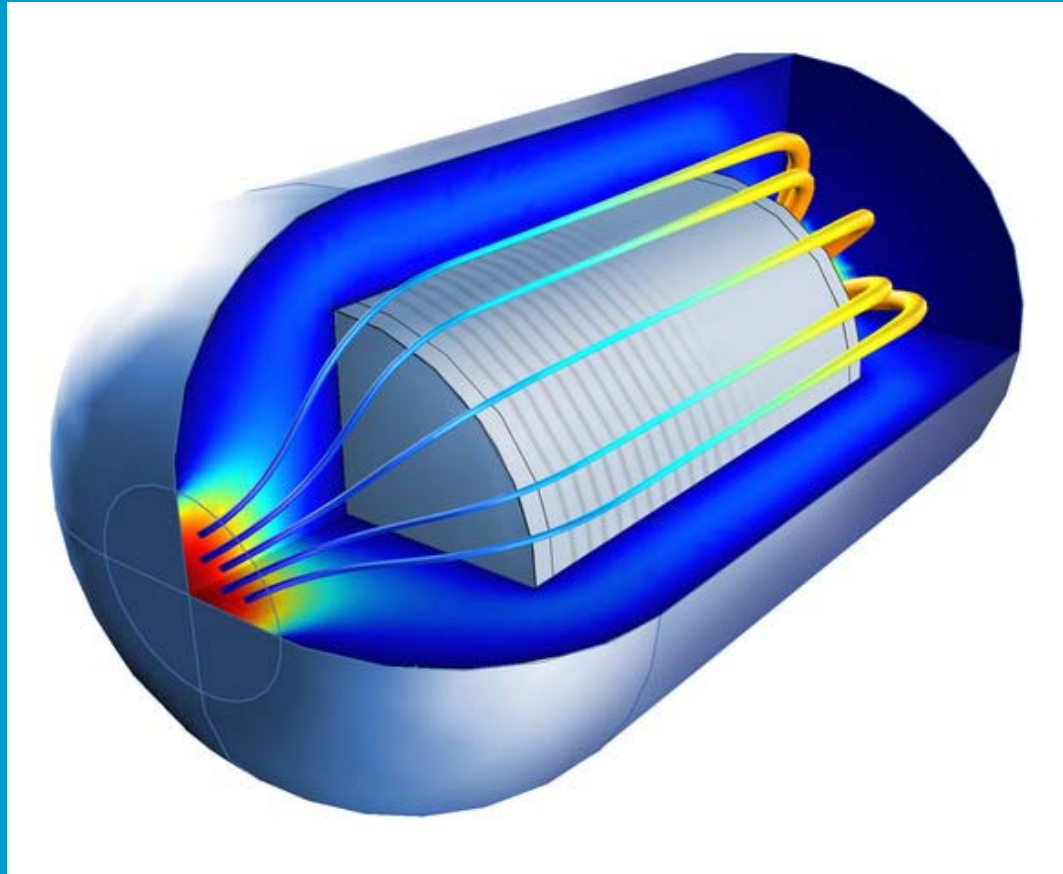
Euler Achterwaarts

$$w_{n+1} = w_n + \Delta t(b_{n+1} - w_{n+1})w_{n+1}$$



Stabiliteit

Inleiding



Chemische reactor (CVD)

Inleiding

Methoden	Aantal berekeningen
Gauss eliminatie	$N^{7/3}$
Gauss-Jacobi	$N^{5/3}$
Gauss-Seidel	$N^{5/3}$
SOR	$N^{4/3}$
CG	$N^{4/3}$
ICCG	$N^{7/6}$
Multi-grid	N

Inleiding

Methoden	$N = 10^3$	$N = 10^6$	$N = 10^9$
Gauss eliminatie	10^7	10^{14}	10^{21}
Gauss-Jacobi	10^5	10^{10}	10^{15}
Gauss-Seidel	10^5	10^{10}	10^{15}
SOR	10^4	10^8	10^{12}
CG	10^4	10^8	10^{12}
ICCG	$3 \cdot 10^3$	10^7	$3 \cdot 10^{10}$
Multi-grid	10^4	10^7	10^{10}

Aantal bewerkingen

Inleiding



Koolmees

Staartmees



Inleiding

$$2x + y = 50$$

$$x = 15$$

$$x + 2y = 55$$

$$y = 20$$

$$2x_1 + y_0 = 50$$

$$x_0 + 2y_1 = 55$$

$$x_0 = 0, \quad y_0 = 0$$

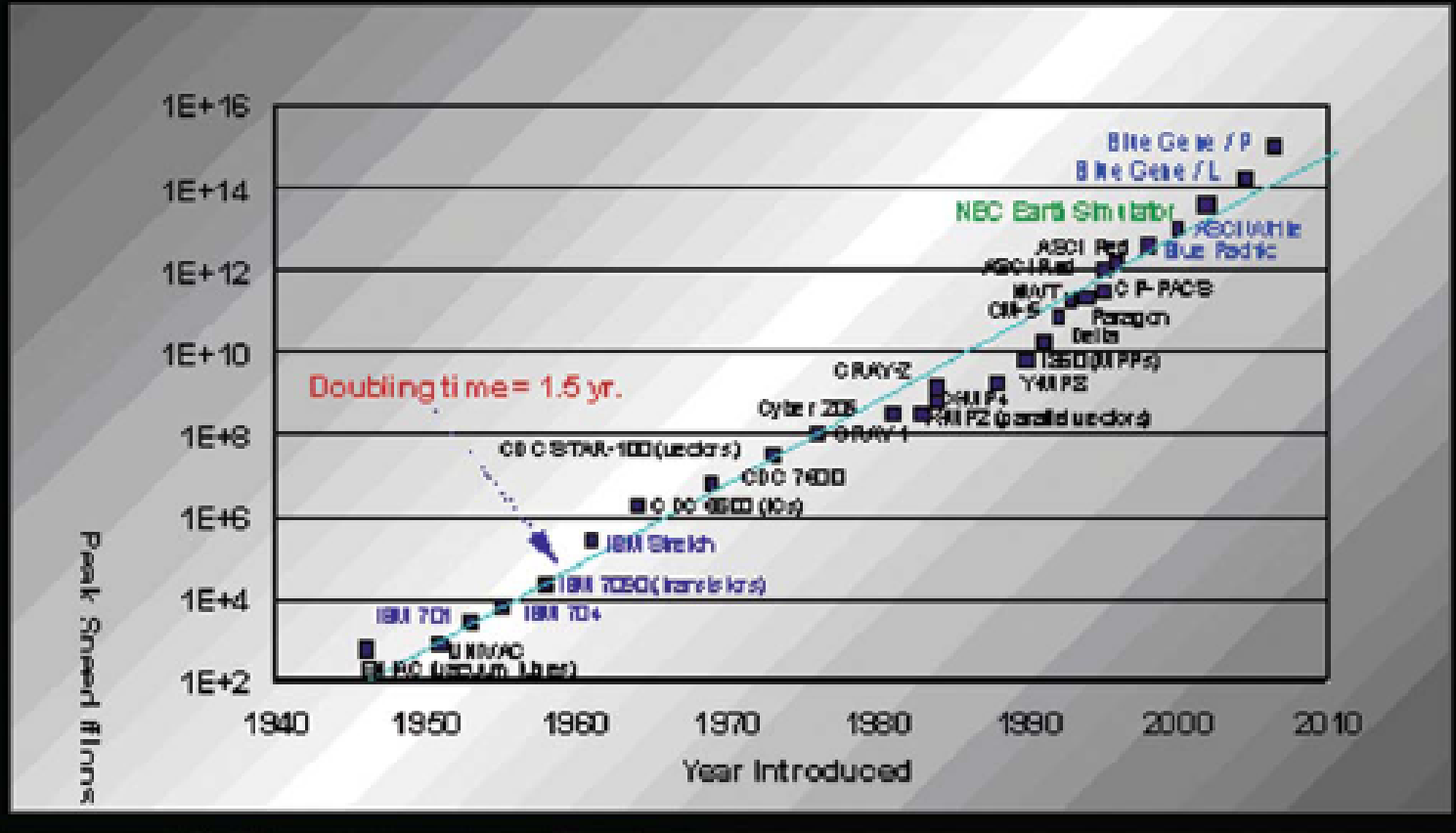
$$x_1 = 25, \quad y_1 = 27.5$$

$$x_2 = 11.25, \quad y_2 = 15$$

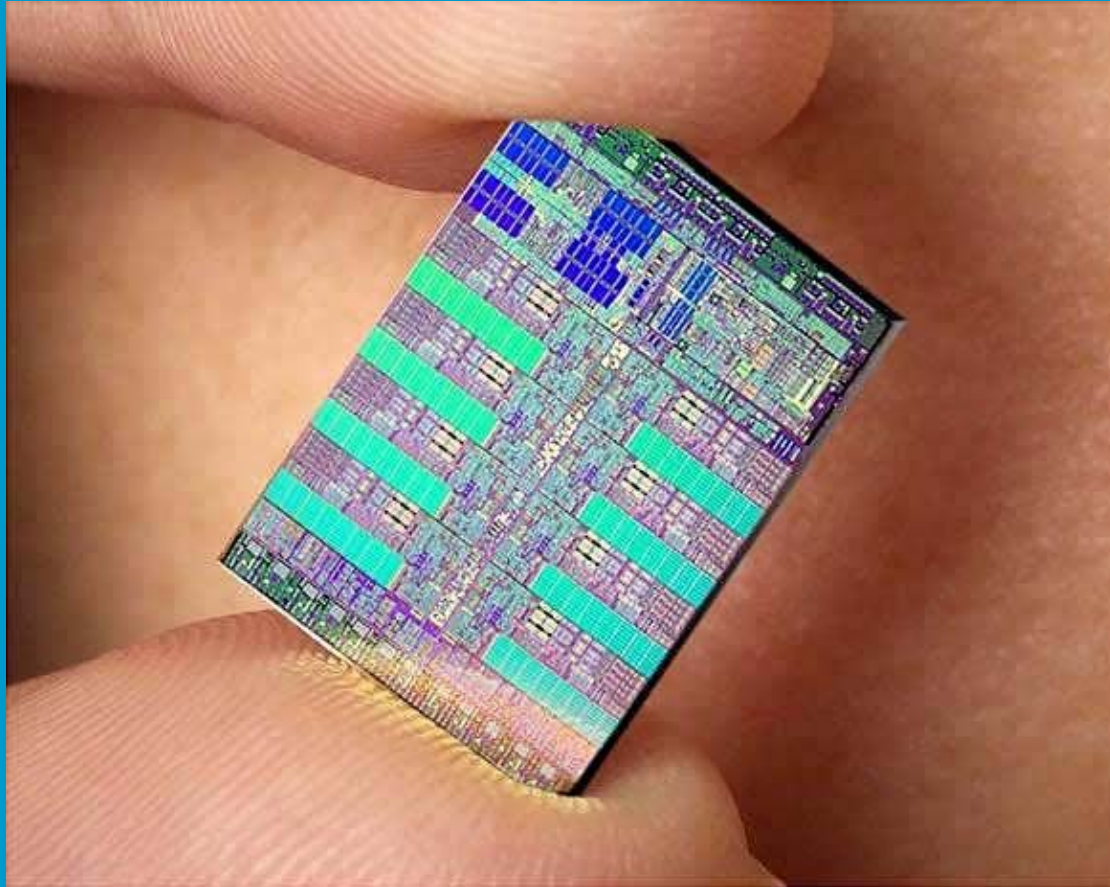
$$x_3 = 17.5, \quad y_3 = 21.875$$

Iteratieve oplosmethoden

Supercomputer Peak Speed



Iteratieve oplosmethoden



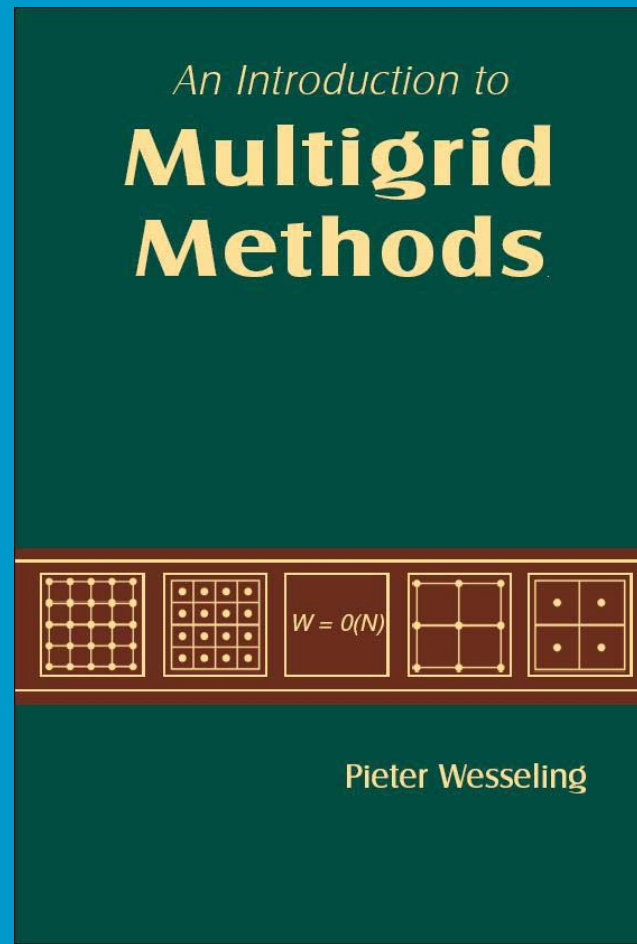
Cell processor

Iteratieve methoden



Parallele computer

Iteratieve methoden



Iteratieve methoden

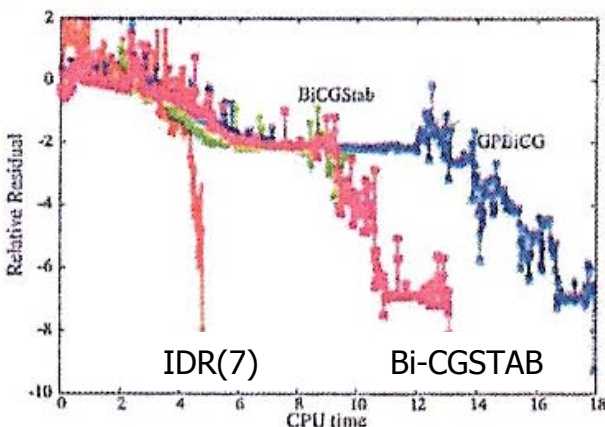


図 3: 前処理つき反復法の相対残差履歴 (行列 SME3DA)

謝辞

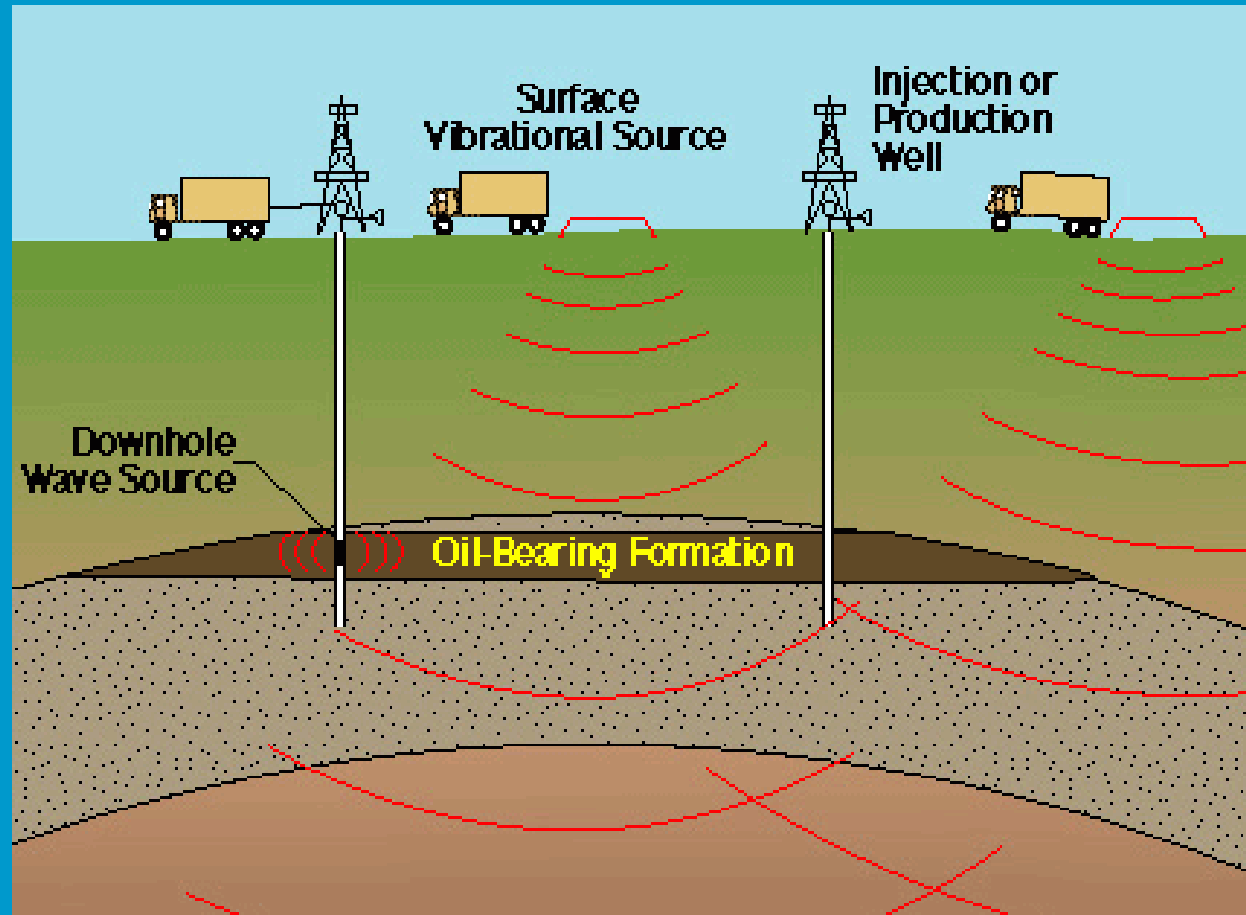
本研究の一部は、科学研究費 (課題番号 16104001, 研究代表者 田端正久教授) の協力を受けて行ったものである。心より感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Davis, T.: Univ. of Florida sparse matrix collection, <http://www.cise.ufl.edu/research/sparse/matrices/index.html>

- [2] Fletcher, R.: Conjugate gradient methods for indefinite systems, Lecture Notes in Math., Springer Verlag, No.506, 73-89, 1976.
- [3] 藤野清次, 藤原牧, 吉田正浩: 準残差の最小化に基づく BiCGSafe 法の収束性について, Trans. of JSCES, Paper No.20050028, 2005.
- [4] Sonneveld, P., van Gijzen, M.B.: IDR(s): a family of simple and fast algorithms for solving large nonsymmetric linear systems, TR 07-07, Math. Anal., Delft Univ. of Tech., 2007. <http://ta.twi.tudelft.nl/main.php?item=3>.
- [5] van der Vorst, H.A.: Bi-CGSTAB: A fast and smoothly converging variant of Bi-CG for the solution of nonsymmetric linear systems, SIAM J. Sci. Comput., Vol.13, No.2, 631-644, 1992.
- [6] Wesseling, P., Sonneveld, P.: Numerical Experiments with a Multiple Grid- and a Preconditioned Lanczos Type Methods, Lecture Notes in Math. Springer, No.771, 543-562, 1980.
- [7] Zhang, S.-L.: GPBi-CG: Generalized product-type methods based on Bi-CG for solving nonsymmetric linear systems, SIAM J. Sci. Comput., Vol.18, No.2, 537-551, 1997.

Iteratieve methoden



Seismiek

Meer inzicht in olievoorraden

door DICK HUSSAARTS

DELFT - Al meer dan dertig jaar moest Shell bij het in kaart brengen van olie in de bodem het doen met gebrekkige rekenmethodes, waardoor computers niet in staat waren een volledig driedimensionaal beeld van deze voorkomens efficiënt in beeld te brengen. Bovendien stonden de computers dagenlang te stampen om de berekeningen uit te voeren. De uit Indonesië afkomstige Yogi Ahmad Erlangga, die onlangs promoveerde, heeft het probleem voor de oliebaronnen opgelost.

Centraal in het probleem staat de zogenaamde Helmholtz vergelijking. Deze vergelijking is cruciaal bij het interpreteren van akoestische gegevens die met seismologisch onderzoek bij het zoeken naar olie worden verzameld. Met ont-ploffingen worden geluidsgolven de bodem in gestuurd. Op verschillende aardlagen worden deze golven weerkaatst en vervolgens weer opgevangen, meestal aan boord van een onderzoeksschip. Uit de analyse van deze gegevens kunnen onderzoekers bij de oliemaatschappijen afleiden of, en zo ja hoeveel olie er in de bodem zit.

„De geluidsgolven ontmoeten verschillende soorten lagen, zoals zand, klei of rotsen. Al deze lagen kaatsen de geluidsgolven met verschillende snelheden terug, waardoor een geoloog zich een beeld kan maken van de ondergrond. Maar dat beeld is tot nu toe tweedimensionaal. Dat geluid plant zich voort in golven, die op zich weer opgebouwd zijn uit golven met verschillende frequenties. Met de Helmholtz vergelijking kun je door die verschillende golfjes een driedimensionaal

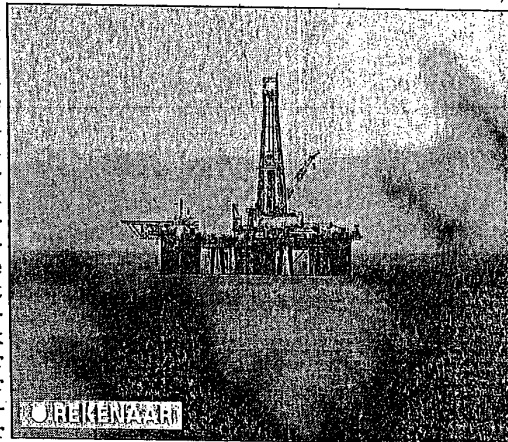
beeld vormen van de bodem. Maar met de tot nu toe bekende rekenmethodes lukte dat niet omdat de computers daar eenvoudigweg niet genoeg reken capaciteit voor hadden. En als je alleen maar de grote golven kunt analyseren, krijg je echter een te vaag beeld,” stelt dr. ir. Kees Vuik, toegevoegd promotor van Erlangga aan de TU Delft.

DANKZIJ DELFTSE WISKUNDIGE

Volgens Vuik heeft Shell al meer dan dertig jaar geprobeerd dit probleem zelf op te lossen. „Toen een jaar of zes geleden de noodzaak duidelijk werd om tot nauwkeurigere berekeningen te komen, om de voorraden beter uit te kunnen nutten, werd bij verschillende universiteiten aangeklopt. Maar die gaven de opdracht terug. Te moeilijk, vonden zij. Wij hebben de handschoen wel opgepakt. Vier jaar geleden is Erlangga met zijn team begonnen, nadat we op een conferentie aangelopen waren tegen mensen die met hetzelfde probleem bezig waren. Zij stelden dat de oplossing te vinden zou zijn door de rekensom eerst te vereenvoudigen. Dat bleek de sleutel tot het succes.”

De uitdaging voor de TU Delft was het aantal rekenstappen terug te brengen. „Met de oude methode waren 3000 iteraties nodig, met de nieuwe nog maar 120. En dat betekent dat de rekentijd vermindert van een uur tot anderhalve minuut.”

Een bijkomend voordeel is volgens Vuik dat er ook een beter inzicht in de opbouw van de aardlagen ontstaat. Werd voorheen gewerkt met een aantal achter elkaar liggende tweedimensionale vlakken, nu kan de bodem worden onderzocht in driedimensionale blokken. De gemeten geluidsgolven worden daartoe opgedeeld, waardoor een groot aantal te meten punten ontstaat. „We kunnen nu maximaal 400 x 400 x 400 punten verwerken, in drie dimensies dus. Dat hadden we vooraf nooit verwacht. We streven er naar 1000 x 1000 x 1000 te halen, wat betekent dat je dus een miljard punten moet berekenen. Ik denk dat we dat onder meer kunnen halen door meerdere computers parallel te schakelen, maar ook worden computers steeds sneller”, denkt prof. Vuik.

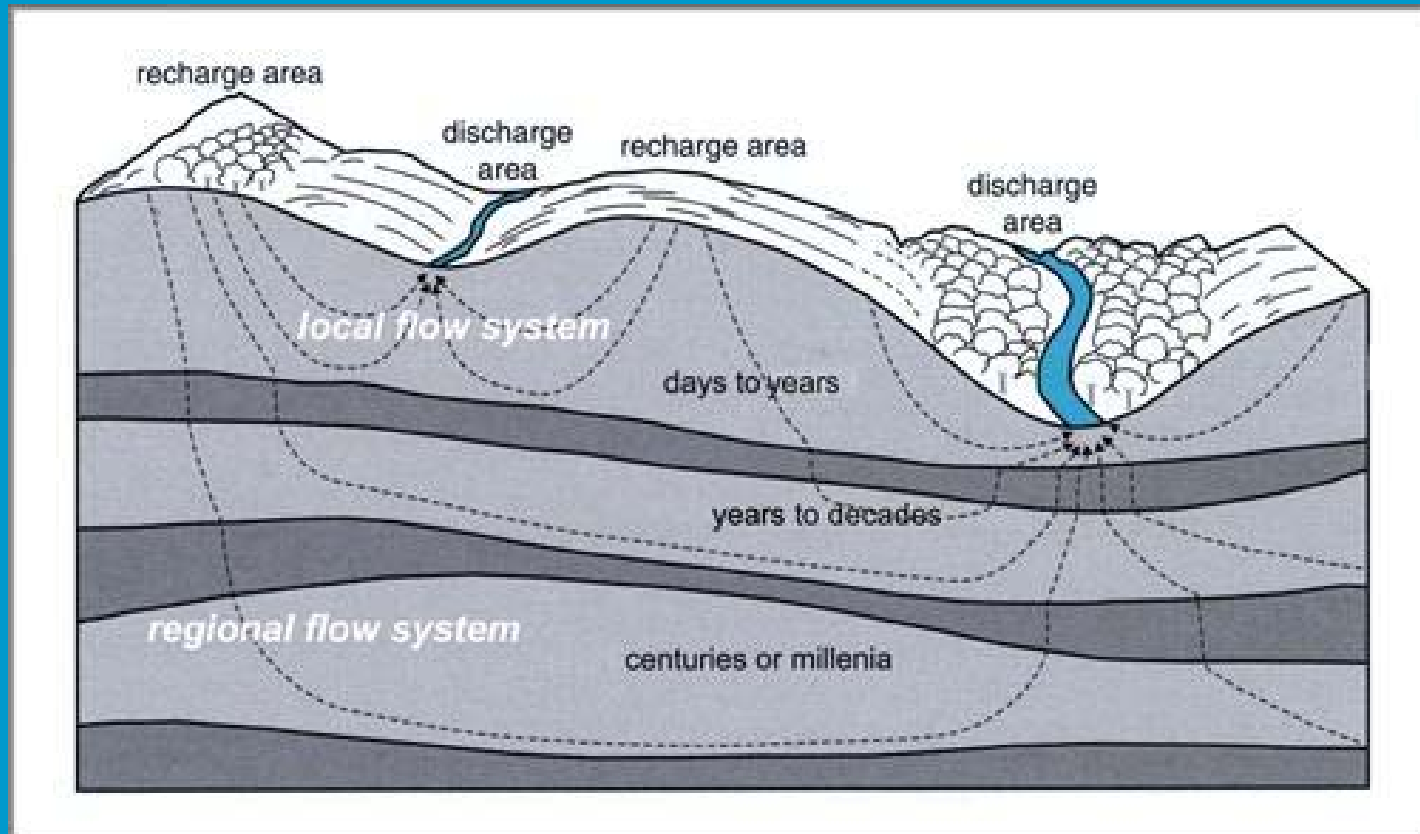


Dankzij de Delftse wiskundige kunnen oliemaatschappijen sneller onderzoek doen naar olievoorraden.

FOTO: PETER VINCENT SCHULD

Telegraaf 18-3-06

Iteratieve methoden



Poreuze media stroming

Iteratieve methoden

- Self-adaptive methods;
- Inner-outer;
- Complexe stelsels;
- Parallele methoden;
- Foutschatting;
- Zoektocht.

Berekend in Delft



Experimenteel

Theoretisch

Berekend

Berekend in Delft



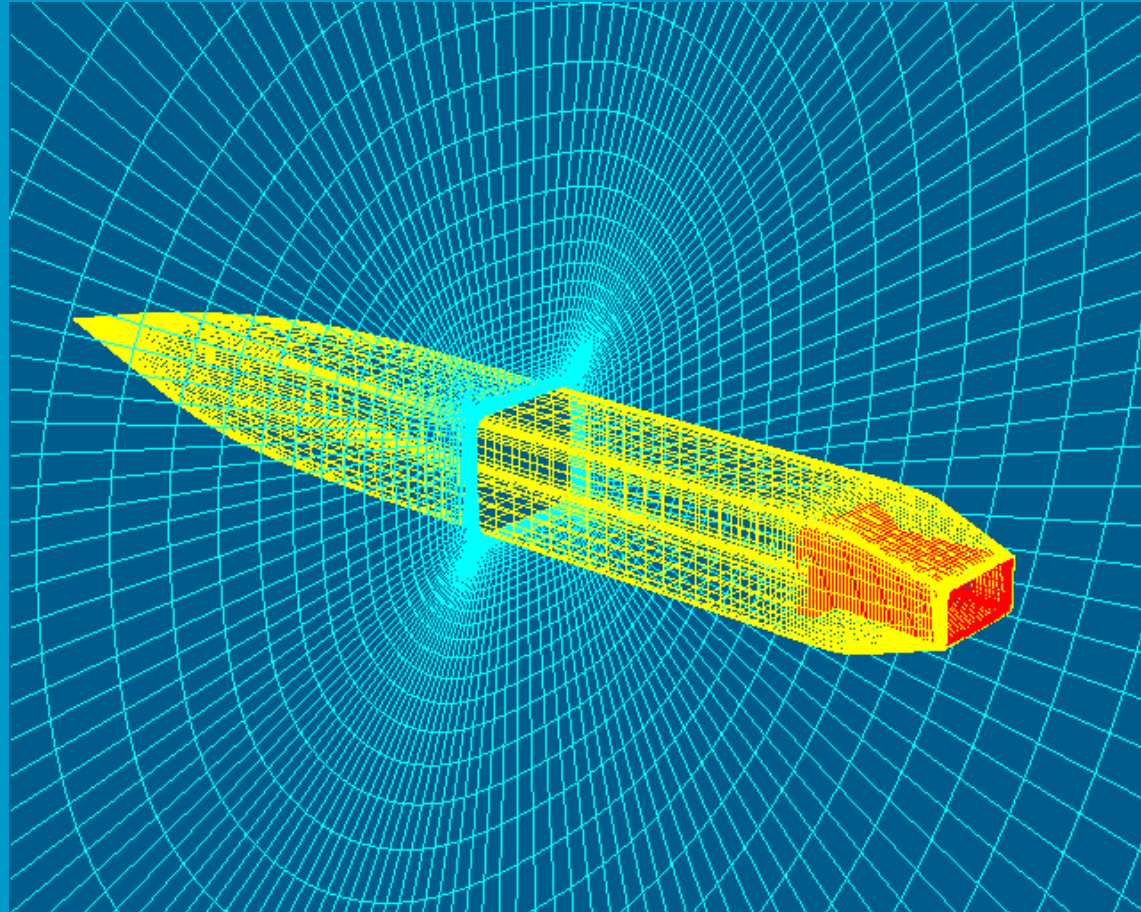
INVENTED IN
DELFT



COMPUTED IN
DELFT



Discretisatie methoden



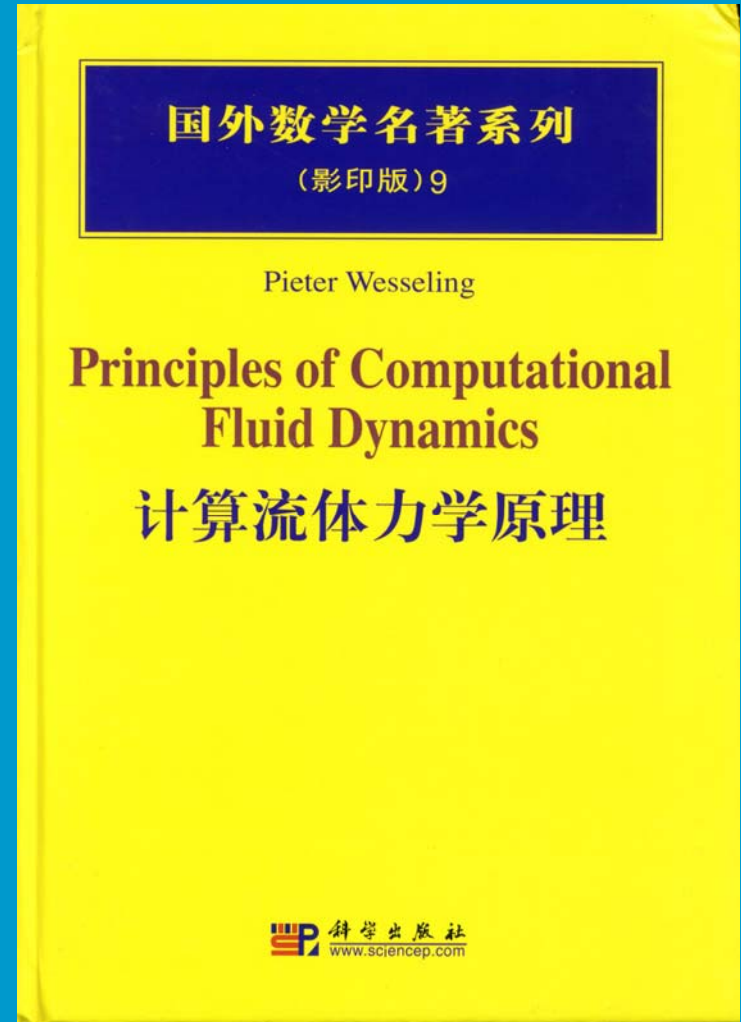
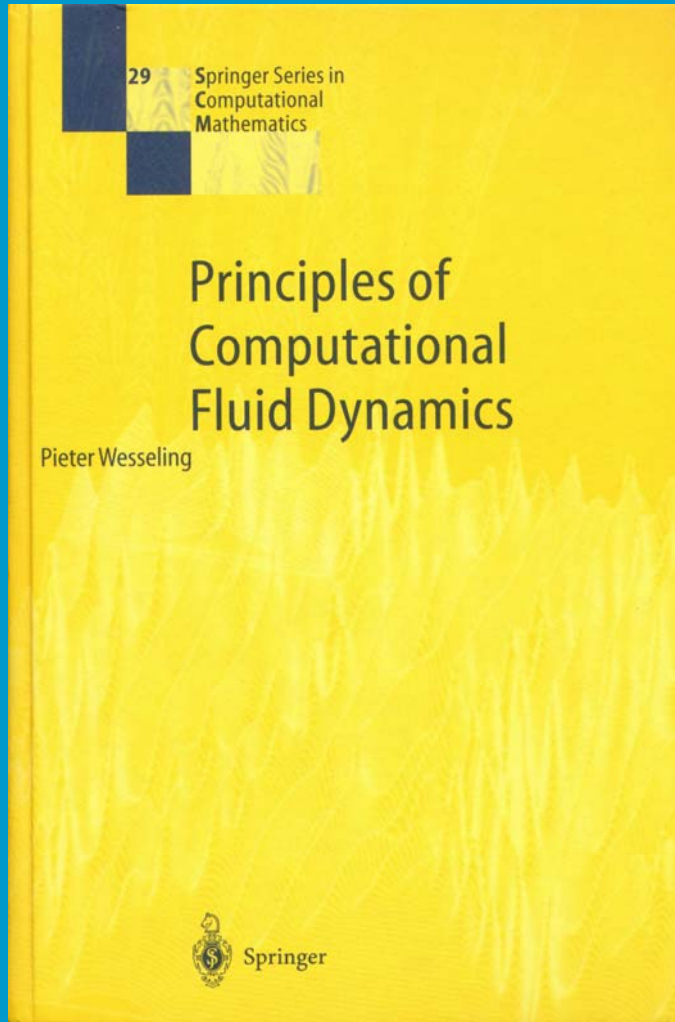
Rekenrooster

Discretisatie methoden



Cavitation

Discretisatie methoden

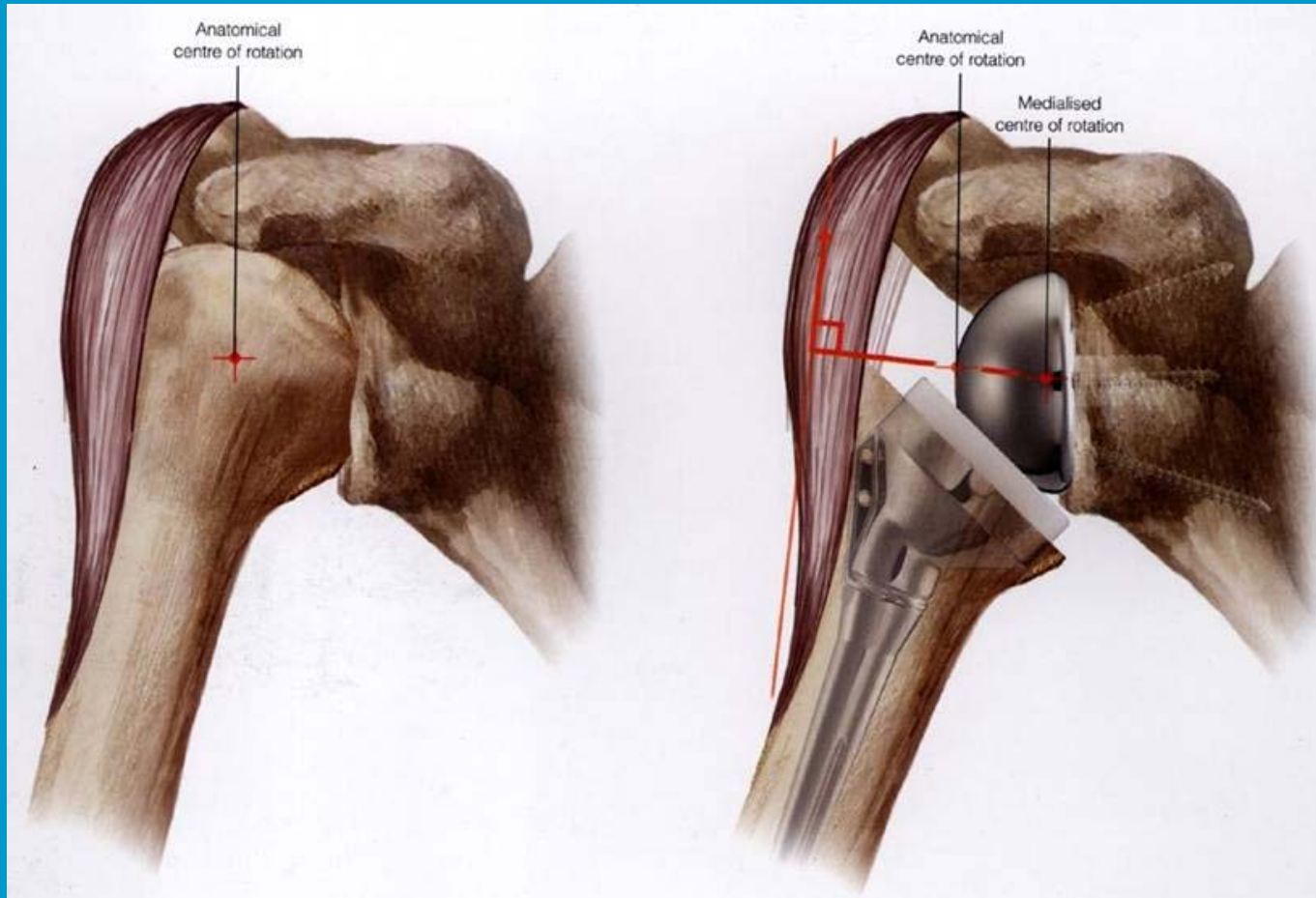


Discretisatie methoden



Smeltend ijs

Discretisatie methoden

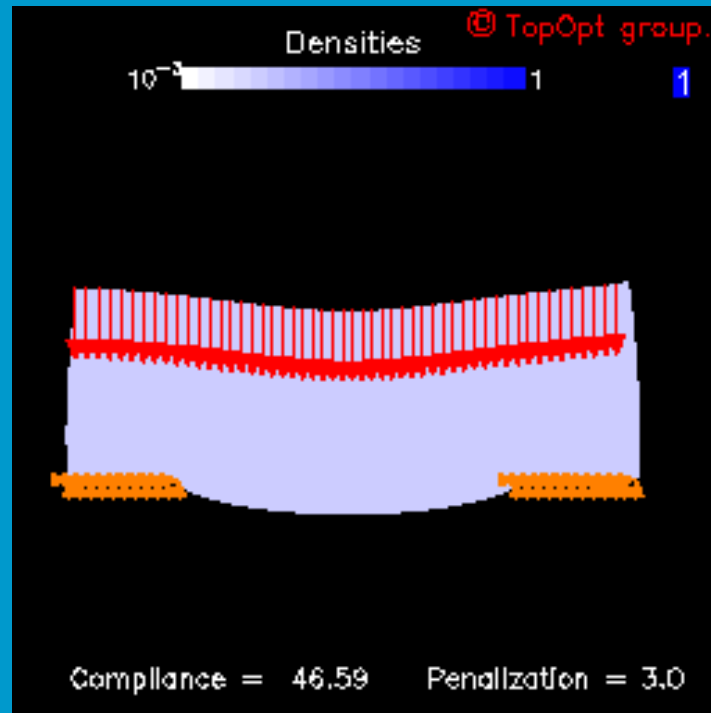


Geneeskunde

Discretisatie methoden

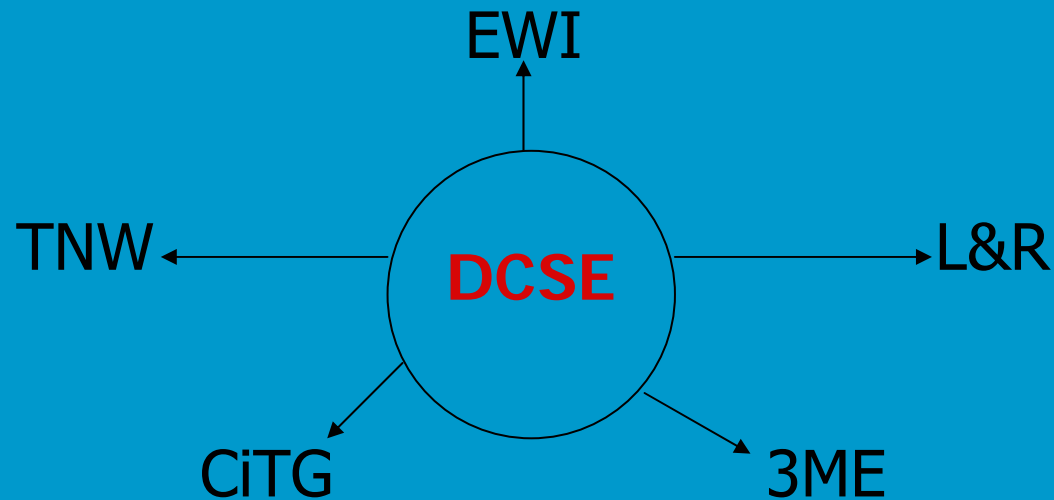
- Modelleeraspect;
- Adaptive Mesh Refinement;
- Hoger dimensionaal;
- Behoud eigenschappen;
- Foutschatting.

Andere wetenschapsgebieden



Het automatisch bepalen van een optimale brug

Delft Centre for Computational Science and Engineering (DCSE)



Management

Mathieu Weggeman
Leidinggeven aan
professionals? *Niet doen!*



Over kenniswerkers,
vakmanschap en innovatie

SCRIPTUM

Management

- 'En zo wie van u de eerste zal willen worden, die zal aller dienstknecht zijn.' Markus 10:44

- 'A leader is best when people barely know he exists, not so good when people obey and acclaim him, worse when they despise him. But a good leader, who talks little, when the work is done, his aim is fulfilled, they will say: we did it ourselves.' Lao-tse, 600 BC

Onderwijs



Onderwijs

Voorlichting
middelbare
scholieren



Onderwijs



Onderwijs



Trainen, trainen, trainen,...

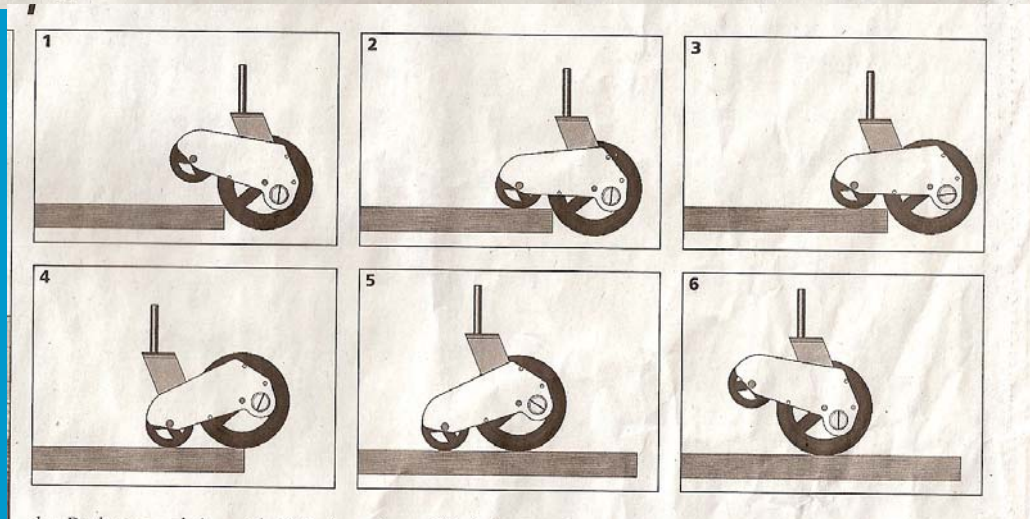
Onderwijs

Reformatorisch Dagblad

dinsdag 20 november 2007 PAGINA

15

Wiskundigen helpen rolcontainer stoep op



Onderwijs

- Intelligentie;
- Inzet;
- Creativiteit;
- Droom.

ICT en het onderwijs



Videoles, opgenomen september 2000

Onderwijs en Numerieke Wiskunde



The banner features a scenic view of Zurich, Switzerland, with the city built on a hillside overlooking a lake, and snow-capped mountains in the background. The text is overlaid on the image.

www.iciam07.ch

iciam 07

Zurich, Switzerland
16 - 20 July 2007



A stylized world map logo consisting of a grid of red and white squares, with the text 'iciam 07' at the bottom.

Onderwijs en Numerieke Wiskunde



'The golden age of numerical analysis
has not started yet!'

Volker Mehrmann

Dankwoord



Groepsfoto, Shanghai, 2006, Studiereis Christiaan Huygens

Dankwoord



Uitrusten van het 'harde' werken, Hangzhou, 2006,
Studiereis Christiaan Huygens

Dankwoord

COMPUTED IN
DELFT



Dankwoord



Magda en de kinderen

