

Wiskunde B-Dag

26 november 2004



Dansende Stangen



De Wiskunde B-Dag wordt gesponsord door **Texas Instruments**

Inhoud

Inleiding, Opdracht, Aanbevelingen	1
Voorbeeld 1: Torenkranen	3
Voorbeeld 2: Antieke waterput	5
Voorbeeld 3: Opheffen en strijken	6
Voorbeeld 4: Hoogwerkers	6
Voorbeeld 5: Een motorheftafel	7
Voorbeeld 6: De deuren van de trein	7
Voorbeeld 7: De Pantograaf	8
Voorbeeld 8: Samenvatting Driehoeken en Vierhoeken	9
Voorbeeld 9: De GEWONE hijskraan op de computer.	10
Voorbeeld 10: Kraan met vertikaal geleide arm	11
Voorbeeld 11: Maak zelf twee stangenvierhoeken	12
Voorbeeld 12: Lemniscaatkranen	14
Voorbeeld 13: Zonder commentaar; extra ideeën	16

Inleiding

Hijskranen, scharen, strijkplanken, busdeuren, passers en tekenapparaten, fietsen, babyhekjes, bruggen en hefwerktuigen. Het beweegt, het schaart, het draait, het hijst.

Met draaiende stangen, met kabels, schuivende schroeven, pennen en passingen.

Dat nemen we op deze Wiskunde B-dag onder de loep. Experimenteren, kijken, een klein beetje rekenen, veel tekenen en schetsen maar vooral fantaseren en redeneren; dat zijn je taken.

Varieer, vind uit, bouw en beweeg. Word zelf een Dansende Stang!

Om je op gang te helpen zijn in deze tekst allerlei voorbeelden opgenomen. Makkelijk en moeilijk, sommige voorbeelden helpen je andere voorbeelden te begrijpen.

Maar ... beschouw dit niet als een serie opgaven waarvan je de antwoorden braaf moet inleveren als de tijd om is!

Je gaat vandaag vooral op zoek naar wat je niet letterlijk gevraagd wordt. Nieuwe opmerkingen over hoe bewegende constructies te begrijpen en bruikbaar te maken, daar gaat het om. Zodat je de concurrentie links en rechts passeert. Want dat hoort bij je opdracht:

Opdracht

Jij vertegenwoordigt de creatieve firma *Dancing Tools*^{*}, gespecialiseerd in bewegende mechanische apparatuur, van havenkraan tot kinderspeelgoed en antieke waterput. Jij maakt de klant enthousiast over de vele mogelijkheden met een enthousiast verhaal. Maar je klant is niet tevreden met oppervlakkige mondelinge reclame. Hij vraagt gedetailleerd voorlichtingsmateriaal.

Daarin:

- zeker illustraties en tekeningen die helder vertellen wat de bewegingsmogelijkheden van de apparatuur zijn. Onder je klanten zijn ingenieurs. En leken! Dus wees duidelijk voor elk soort publiek!
- zo mogelijk samenhangende beschrijvingen waarin wordt getoond dat ogenschijnlijk verschillende apparaten op één zelfde wiskundig principe berusten. Je meedenkende cliënt zal dat waarderen.
- nauwkeurige beschrijvingen van de werking en technische uitvoering van jouw splinternieuwe eigen ideeën. Dit met het oog op vastlegging van patenten, zodat de concurrentie niet met jouw uitvindingen goede sier (lees: grof geld) kan maken.

Natuurlijk:

- leg je enige nadruk op praktisch nut, maar je stelt de firma niet voor als een bende platte nerds. Je laat ook de schoonheid van de mogelijke bewegingen in hun totaliteit zien, ook buiten de toepasbaarheid. Techniek is de som van nut en passie.
- laat je de klant begrijpen waaróm je apparatuur doet wat het schijnt te doen! Daarom verklaar je zo veel en zo helder mogelijk op een wiskundig verantwoorde manier.
- houd je er rekening mee dat de klant jouw voorlichtingsmateriaal gaat vergelijken met dat van andere aanbieders. Je zorgt daarom voor goede kopieerbaarheid in zwart-wit.

Jouw werkstuk van vandaag is dat voorlichtingsmateriaal

^{*} De naam 'Dancing Tools' is niet wettelijk beschermd.
Grijp de kans om voor *jouw* firma een betere naam te kiezen.

Aanbevelingen betreffende de werkwijze

----- Lees deze aanwijzingen in hun geheel goed door -----

Inwerken

Op de volgende bladzijden vind je een serie voorbeelden van bewegende mechanieken. Bij de voorbeelden staan steeds vragen of toelichtende opmerkingen. Dat brengt jouw onderzoek op gang. Je leert ook dingen die je later kunt gebruiken.

Noteer wat je ontdekt en bouw dat later in het werkstuk op je eigen manier zo goed mogelijk in. Het kan best zijn dat je niet alles uit de voorbeelden gebruikt; gewoon omdat jouw selectie plus eigen vondsten interessanter is dan alle voorbeelden uitgewerkt op een rijtje.

Beperk je niet tot antwoorden bij de hier gestelde vragen, dat zijn alleen suggesties.


Computers en hijskranen

Bij diverse voorbeelden maak je gebruik van de computer.

Met name de voorbeelden 9, 10 en 12 geven je de kans met bewegende hijskranen op de computer te experimenteren, zodat je ontwerpen verbeterd kunnen worden.

Je vindt die voorbeelden op

<http://www.fi.uu.nl/wisbdag>

Kies daar de button  en je kunt aan de gang.

of

op een **lokatie op jouw school** die je gemeld wordt. Dat is dan:

Bij dat laatste zijn twee mogelijkheden:

- Je werkt via INTERNET EXPLORER. Dat is een veilige, maar soms wat trage manier van werken.
- Je werkt direct met het programma CABRI II (of Cabri II-plus). Je opent dan de bestanden die bij de voorbeelden onder de kopjes vermeld staan.
Dit is een mooie manier van werken; gaat snel, maar is wat riskanter. Kom je in problemen, heropen dan het bestand.

Op jouw school wordt je een van deze twee werkwijzen aangeboden, of beide zodat je zelf kunt kiezen.

meer op internet

Bij enkele andere voorbeelden zijn nog meer internet-locaties opgegeven.

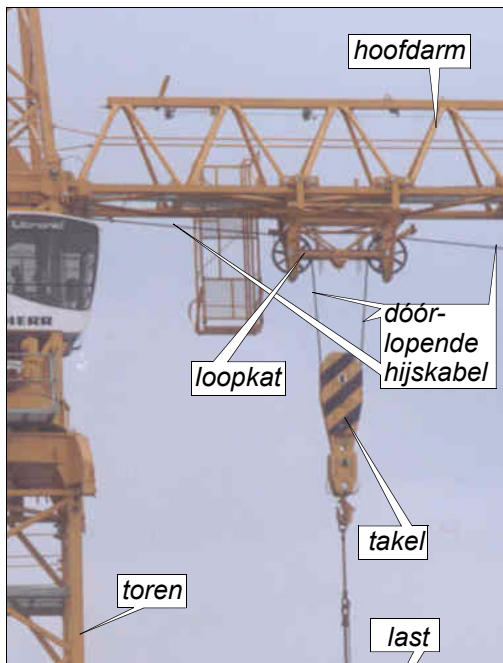
Tijdsindeling

- Besteed het eerste deel van de ochtend aan een verkenning van de voorbeelden. Je kunt hier werk verdelen. Zeer waarschijnlijk kom je niet aan alle voorbeelden toe. Zorg dat je zeker aan de experimenten met de computer toekomt: de voorbeelden 9, 10 en 12.
- Maak vóór 1 uur 's middags samen een plan voor het uitwerken van het werkstuk. Maak werkafspraken voor de middag. Leg een werkplan op papier vast. In dat plan staat ook welke eigen inbreng je nader onderzoekt.
- 's Middags werk je alles uit en stel je het werkstuk samen.

Voorbeeld 1: Torenkranen



Zulke reusachtige kranen zie je bij elk bouwwerk van enige omvang.



De horizontale *hoofdarm* boven op de toren kan draaien en blijft steeds horizontaal.

Langs de hoofdarm glijdt de *loopkat*; dus van de toren af of er naar toe.

Onder de loopkat hangt de takel met de *last*, datgene wat de kraan moet verplaatsen. De last hangt aan de *hijskabel*. Door de hijskabel met de *hijslier* op of af te rollen, gaat de last omhoog of omlaag.

Met deze drie bewegingen (draaien, loopkat verplaatsen en last omhoog of omlaag bewegen) kan de kraanmachinist de last ophalen en brengen waar nodig is.

Hier links zie je wat details.

De hijskabel is één doorlopend geheel. Hij zit vast aan het uiterste einde van de looparm, gaat via krollen door de loopkat en de takel en komt boven de

toren bij de hijslier, die hem kan opwinden en afrollen.

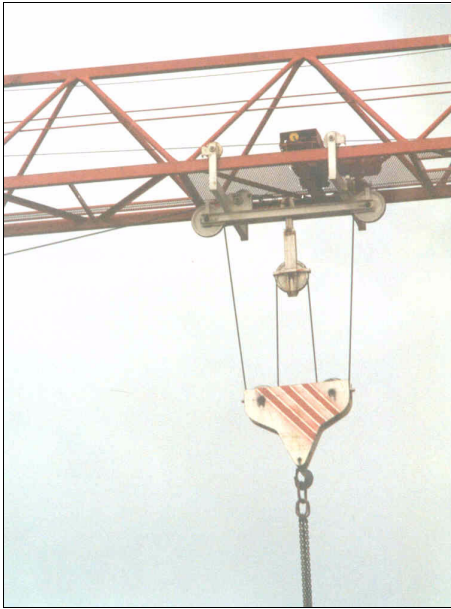
Heel bijzonder is het volgende: *als de hijslier op de rem staat, kan de loopkat nog wel langs de hoofdarm bewegen. Toch beweegt de last dan niet op of neer!*

>>> Probeer te bedenken hoe dat gedaan kan worden en maak daartoe een heldere schets van hoofdarm, loopkat en hijskabel waarmee je dit fenomeen verklaart.

Ter verduidelijking: als de hijskabel vanuit de toren direct over de loopkat naar beneden gaat, dan werkt dat echt niet zo!

Hieronder zie je nog twee andere loopkatten en takels naast elkaar. Hier hangt de last (schijnbaar!) aan vier kabels. De kabel is echter ook nu weer één doorlopend geheel, er worden diverse katrollen gebruikt.

>>> Hoe wordt de hijskabel in elk van deze gevallen langs de katrollen gevoerd?



Horizontale lastweg

Bij de torenkraan beweegt de last tijdens het bewegen van de kraan niet op of neer als de hijslier met de rem is vastgezet. Men spreekt daarom van een *horizontale lastweg*.

>>> Waarom is een *horizontale lastweg* erg handig bij hijskranen in de bouw en de havens?

De voorbeelden 9, 10 en 12 gaan ook over kranen. Daarbij zal de term **horizontale lastweg** een belangrijke rol spelen.

Voorbeeld 2: Antieke waterput

Je zal toch maar elk litertje water dat je gebruikt voor koken, wassen en drinken eigenhandig met een emmer en een touw uit de put moeten halen. Toch was dat vroeger in Nederland heel gewoon en is het in sommige streken van de wereld nog steeds zo...

Putten kunnen diep zijn. In woestijngebieden is 60 meter heel gewoon en 25 meter in Nederland ook.

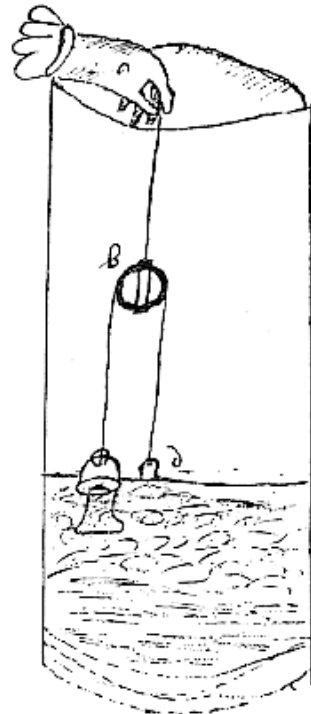
Vandaar dat er slimme trucs bedacht zijn om met minder touw dan verwacht toch de diepte te 'overbruggen'.

Isaac Beeckman maakt op 18 juli 1612 in zijn dagboek de volgende aantekening daarover met een tekening erbij. Een tikkeltje oud, zijn taal. Maar best te begrijpen.

Water putten

Jan oom*) seyde, dat hy een kunste wist, die schier niemant meer en wiste ende was, dat hy eenen emmer waters op konde halen met half soveel touwe op te trecken als den put diep was ende en wilde dat my niet leeren.

*) Jan Pietersz van Rhee, geboren ca. 1570 in Engeland, broer van B.'s moeder, was kaarsenmaker en oliefabrikant te Middelburg. Hij (her)trouwde op 21 oktober 1612, en B. kan toen in deze stad geweest zijn.



>>> Een emmer optrekken met half zoveel touw als de put diep is, dat kan natuurlijk niet! Toch?

Of wel? Maar hoe dan precies? Kun je Jan oom's plan helder verklaren met een schets, een redenering, een kleine berekening?

>>> Kun je een moderne toepassing van dit systeem bedenken?

>>> Zijn er mogelijk ook nadelen aan verbonden?

Voorbeeld 3: Opheffen en strijken

Het raadsel van de strijkplank: verschillende hoogtes, maar altijd horizontaal!

Hier twee standen, voor de grotere huisvrouw en kleinere huisman. En een blik onder de plank.



>>> De hoofdvraag is: Hoe doet die plank dat?

In een tekening van het zijaanzicht van de strijkplank kun je dat goed onderzoeken.

De lange poten zijn ingedeeld door het draaipunt waar de poten kruisen.

De lengtes van de stukken onder en boven dat draaipunt moeten op een of andere manier goed samenhangen, anders gaat het mis.

Wat is die samenhang?

Voorbeeld 4: Hoogwerkers

In alle standen is het blad van de strijkplank horizontaal. Bij omhoog brengen van het blad wordt het *parallel verplaatst*.

Parallelverplaatsing is van groot belang bij hoogwerkers, dat is duidelijk.

Het mechaniek van deze schaarhoogwerker moet dus ook parallelverplaatsing opleveren.

>>> Gekke vraag: is er een strijkplank in te herkennen?

>>> Teken deze hoogwerker schetsmatig in een heel lage stand en in een hogere stand.

>>> Bij de strijkplank schuiven de poten over de grond als de plank in een hogere stand wordt gezet. Hoe zit dat bij deze schaarhoogwerker?



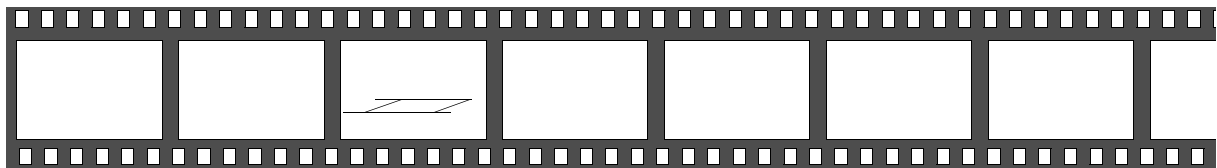
Voorbeeld 5: Een motorheftafel

Garagehouders willen graag goede spullen om auto's en motorfietsen omhoog te brengen, zodat repareren mogelijk wordt en de ruggen van de technici worden gespaard.

Ook bij de hier afgebeelde *motorheftafel* is parallelverplaatsing aan de orde.



- >>> Maak een (schematisch) tekenfilmpje waarin de mogelijke beweging van deze heftafel is te zien. Dwz: teken de heftafel in opeenvolgende standen in een rijtje kleine tekeningen.



(verkleind voorbeeld)

Voorbeeld 6: De deuren van de trein

De deuren van treinen en bussen worden met een betrekkelijk eenvoudig mechaniek bediend. De deur gaat naar buiten open en beschrijft daarbij een boog, waarbij de richting waarin de deur ligt eigenlijk nauwelijks verandert. Tot slot komt de deur weer dicht naar de wand van de bus of de trein, naast het deurgat. Twee stangen zorgen er voor dat dit lukt. Zie de foto's.



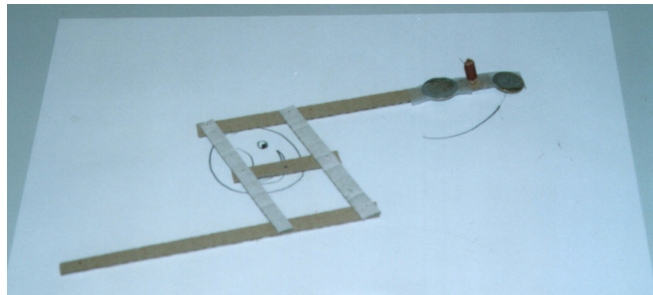
- >>> Hier moet je het mechaniek in bovenaanzicht tekenen om de beweging te kunnen beschrijven. Maak weer zo'n filmpje als bij de motorheftafel.
- >>> Zorg dat in het filmpje duidelijk wordt waarom de linkse stang zo'n bocht heeft. En ... hoe verklaar je de bocht in de andere stang?

Voorbeeld 7: De Pantograaf

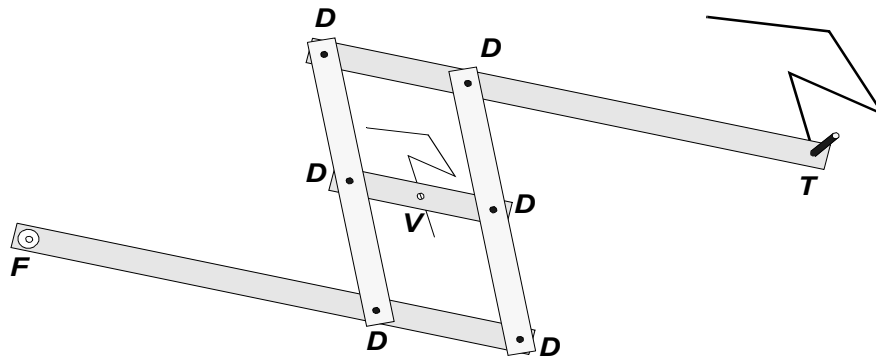
Een vergroter van punaises en karton!

Eenvoudige mechaniekjes maak je zelf met kartonnen stroken en punaises.

Bijvoorbeeld deze *Verdubbelaar*:



In tekening:



Bij *F* zit de punaise met de punt in de tafel, in ieder geval aan het tekenblad vast. Het is een **geFixeerd** punt.

Bij de zes *D*'s steken de punaises door twee stroken karton. Het zijn **Draaipunten**. Het punt bij *V* volgt de gegeven figuur die er onder te zien is. Bij *T* zit een potloodstift, met een klein extra gewichtje van twee eurostukken en een plakbandje. Dat is het **Tekenpunt**.

Je kunt ook het tekenpunt *T* met de hand leiden, terwijl je naar *V* kijkt om *V* over de gegeven figuur te voeren.

De figuur die door *T* getekend wordt, is een vergroting van de figuur waar *V* over loopt.

>>> Wat is de vergrotingsfactor?

Trek in het schetsje hierboven de lijn *FT*. Gebruik die lijn bij een verklaring van de werking van deze vergroter.

>>> Je zou ook een potlood kunnen bevestigen aan één van de punten *D*. Levert dat ook een vergroot-mechaniek op of wordt de gegeven tekening bij *V* dan vervormd weergegeven?

Een instrument als dit heet een *pantograaf*. Er zijn allerlei modellen.

Als je wilt, vind je een andere pantograaf op:

<http://www.ies.co.jp/math/java/geo/panta/panta.html>

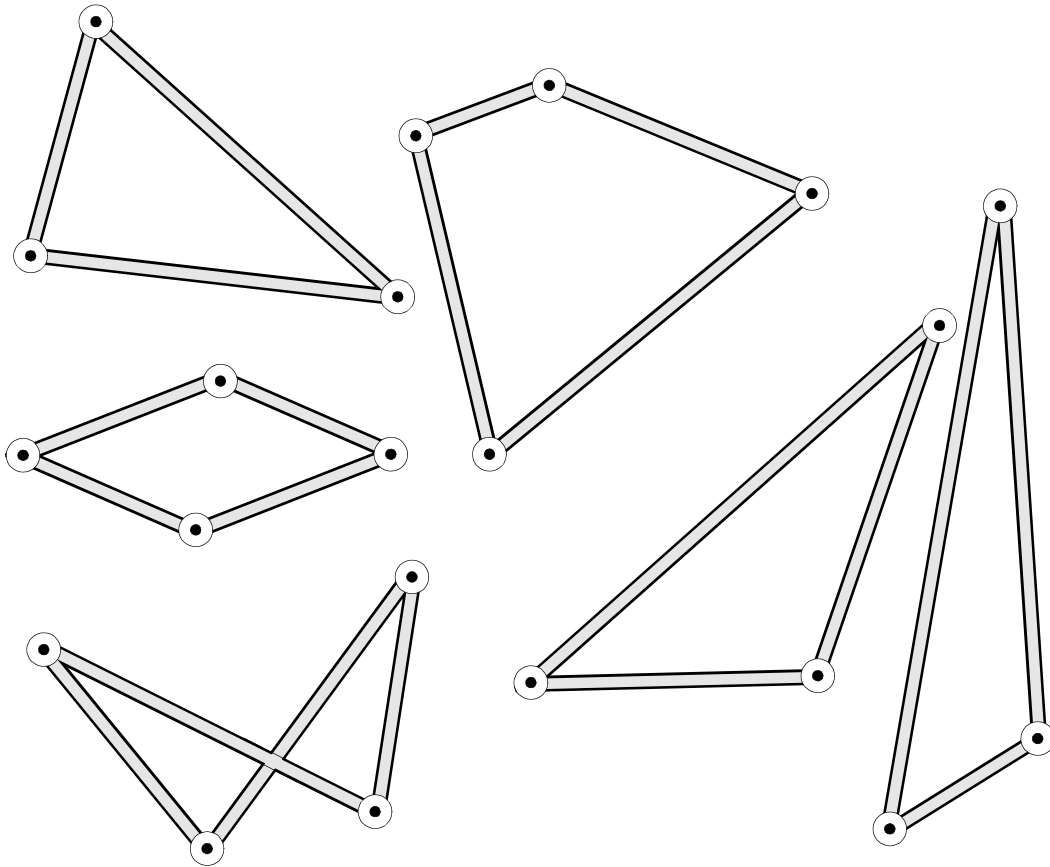
>>> Je kunt ook hier een lijn trekken van vast punt (zwart) naar tekenpunt (blauw). Wat merk je aan die lijn?

>>> Kun je deze pantograaf een beetje veranderen, zo dat hij ook een verdubbelaar is?

Voorbeeld 8: Samenvatting Driehoeken en Vierhoeken

Stel je de hier getekende figuren voor als gemaakt van latjes of stangen en met scharnierende hoekpunten. Dit weet je vast wel:

de driehoeken zijn star maar de vierhoeken zijn beweeglijk.



>>> Toch heb je beweeglijke constructies gezien waarin driehoeken de hoofdrol spelen met draaipunten. Bijvoorbeeld bij de strijkplank. Waardoor was er tóch beweeglijkheid?

>>> Bij andere constructies troffen we beweeglijke vierhoeken aan. Nu moet zo'n beweeglijke vierhoek van de motorheftafel (voorbeeld 5) niet gaan inzakken terwijl de motor er op staat. Hoe wordt dat voorkomen en hoe wordt toch voor elkaar gekregen dat de motorheftafel omhoog en omlaag kan?

De technische term voor zo'n beweeglijke vierhoek is: **stangenvierhoek**.

Voorbeeld 9: De GEWONE hijskraan op de computer.

De gewoonste hijskraan die er is: zo'n rijdend wagentje met een arm.

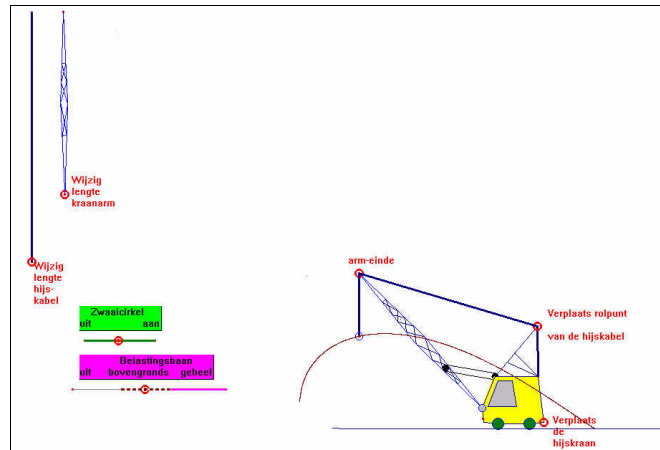
Die vind je in dit CABRIbestand: **GewoneKraan.fig**.

Of als eerste van de drie op <http://fi.uu.nl/wisbdag.nl> of op de door de school aangegeven internetplek.

Bediening:

Je kunt de rode stippen verslepen. Er staat bij wat het effect is, maar dat kun je ook wel direct zien.

Als je van deze kraan de hijslier stil zet en de kraanarm beweegt, zal de *last* niet op dezelfde hoogte blijven, zoals dat bij de torenkraan het geval was. In de terminologie die we bij de torenkraan leerden:



De gewone kraan heeft geen exact horizontale lastweg.

Toch is het mogelijk een flink stuk (bijna) horizontale lastweg te creëren. Let wel: bij het draaien van de arm blijft de last dan dus redelijk op dezelfde hoogte.

Daartoe moet het *rolpunt* bovenin goed gekozen worden. Dat is dan ook *verplaatsbaar*.

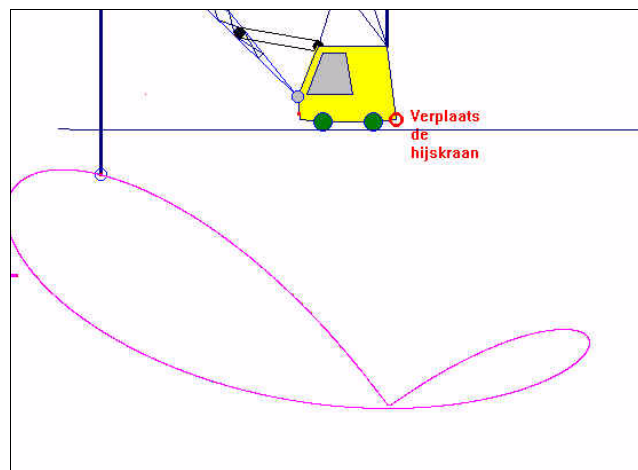
>>> Onderzoek hoe je het rolpunt moet plaatsen om een zo goed mogelijke horizontale lastweg te krijgen.

Als je er voor kiest om de totale lastweg zichtbaar te maken, blijken er nog heel andere bijzondere dingen te kunnen optreden. Dan teken je de lastweg, zoals de computer die aangeeft, ook onder de grond en achter de kraan.

Zo kunnen er lussen en knikken in de lastweg optreden. Zie maar hiernaast.

>>> Onderzoek hoe je zo'n vreemde knik in de totale lastweg kunt verkrijgen en probeer een verklaring te geven.

>>> Probeer nog andere merkwaardigheden op te sporen en zo mogelijk te verklaren.



Voorbeeld 10: Kraan met vertikaal geleide arm

Deze tekening komt uit een mooi boek over hijskranen:

WINDEN UND KRÄNE: AUFBAU, BE-
RECHNUNG UND KONSTRUKTION. (R.
Hänchen 1932)

In de tekening zijn twee standen van de kraan over elkaar getekend. De ene stand helder, de ander dunnetjes.

Je kunt zien dat het linkereind van de kraanarm vertikaal op en neer kan bewegen. De stang die de punten 1 en 2 verbindt zit aan de top van de kraanstandaard draaibaar vast.

De lijn X_____X verbindt de twee punten waar de takel met de last kan komen. Blijkbaar is hier sprake van een *horizontale lastweg*.

Dat gaan we onderzoeken.

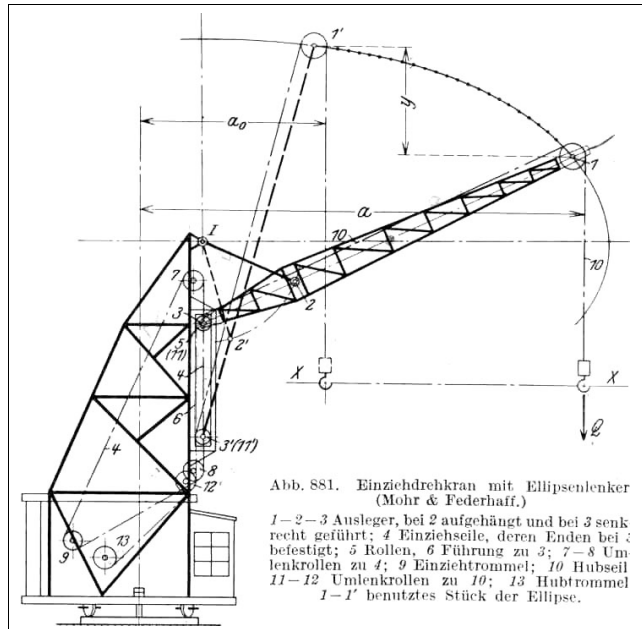


Abb. 881. Einziehrehkran mit Ellipsenlenker (Mohr & Federhauf.)
1-2-3 Ausleger, bei 2 aufgehängt und bei 3 senkrecht geführt; 4 Einziehseile, deren Enden bei 5 befestigt; 5 Rollen, 6 Führung zu 3; 7-8 Umlenkrollen zu 4; 9 Einziehtrommel; 10 Hubseil 11-12 Umlenkrollen zu 10; 13 Hubtrommel 1-1' benutztes Stück der Ellipse.

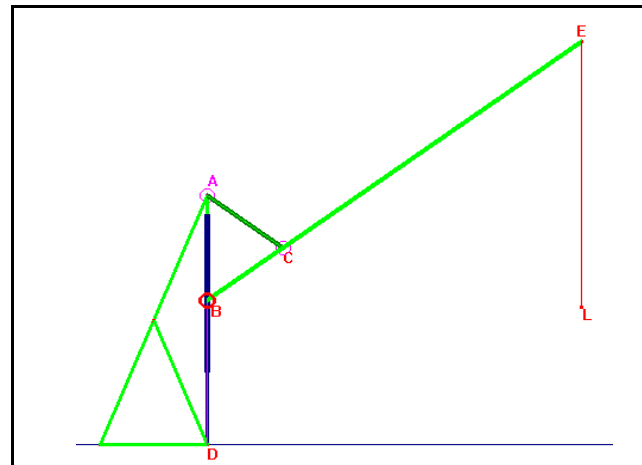
Een bewegend model van de kraan is net zo te vinden als bij voorbeeld 9.

CABR/bestand: **VertiKraan.fig**

Bij deze kraan is AD vertikaal. A is een vast draaipunt. BE is de hoofdarm. C is een vast scharnierpunt op BE . B kan op en neer. Daardoor kan BE dus bewegen.

Gegeven is: $AC = BC$.

De hijskabel loopt via de route $DBCEL$.



>>> Verken de werking van de kraan. Versleep punt B om de bewegingen van de kraan te begrijpen. Als B omhoog gaat, wat doet E dan?

>>> Verken ook de andere mogelijkheden, o.a. het tekenen van de *lastweg*.

>>> Bij deze kraan hangt de vorm van de *lastweg* af van de lengteverhouding van de stukken AC en BE . De lengte van die stukken kun je dan ook wijzigen.

Zoek uit hoe je die verhouding moet kiezen om de lastweg zuiver horizontaal te maken.

>>> Probeer nu een sluitende redenering te vinden die, uitgaande van de gekozen verhouding, duidelijk maakt waarom de lastweg bij die verhouding horizontaal is.

Tip1: let op het midden van arm BE . Dat is gemarkeerd.

Tip2: eigenlijk is de kraan op te vatten als een deel van de hoogwerker in voorbeeld 4.

Waag je misschien ook aan de volgende lastige vraag:

>>> Als er een andere verhouding van AC en BE is, wat is dan de vorm van de lastweg?

Voorbeeld 11: Maak zelf twee stangenvierhoeken

De stangenvierhoeken van deze twee voorbeelden kun je goed met stroken en punaises maken.

De vijf-drie-drie-drie

Van vierhoek $ABCD$ zijn A en B punten die op hun plaats blijven (gefixeerd). Alle punten zijn wel scharnierpunten.

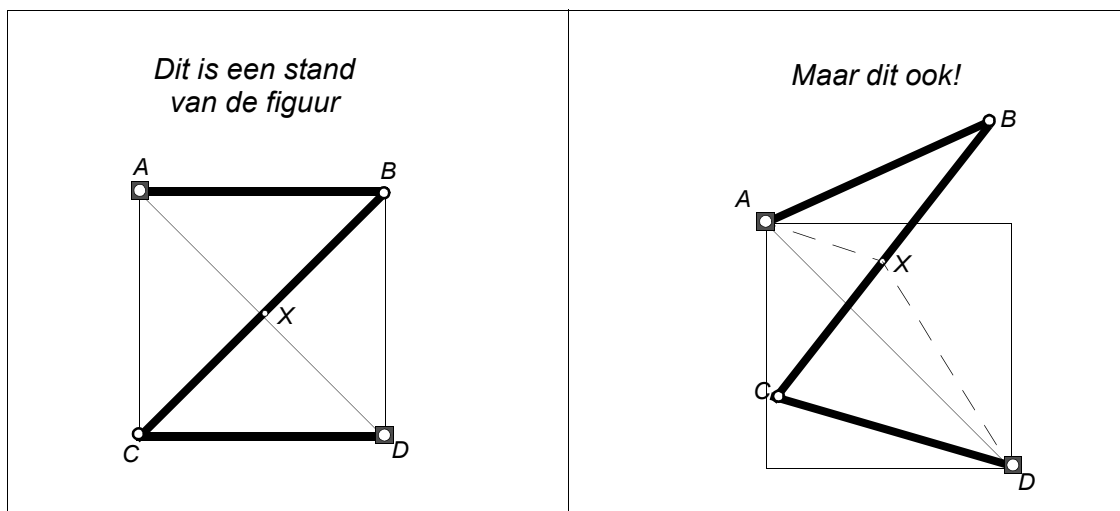
$$AB = 5, BC = CD = DA = 3.$$

- >>> Onderzoek waar C en D kunnen komen.
- >>> Probeer de baan van het midden van CD te tekenen! Een merkwaardige figuur. Toch kun je er zeker symmetrie-assen van vinden...
- >>> Hoe zit dat bij andere afmetingen?

Vierkant met diagonaal

In dit voorbeeld zijn twee tegenover elkaar liggende punten van een vierkant de gefixeerde punten: A en D .

De drie bewegende stangen zijn: een zijde (AB) - een diagonaal (BC) - een zijde (CD).



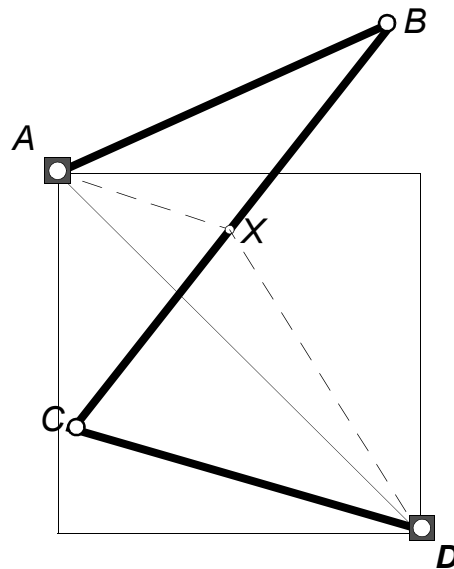
Volg ook hier het midden (X) van de stang BC .

Wat is een lemniscaat?

Als de zijde van het vierkant lengte 1 heeft, dan kan bewezen worden dat in alle standen van het mechaniek voor de lengtes AX en DX geldt: $AX \cdot DX = 1/2$

Dat betekent dat de kromme die het punt X doorloopt een zogenaamde *lemniscaat* is, een mooie figuur in de vorm van een acht.

- >>> Schets de baan die X volgt als je de stangenvierhoek laat bewegen. Je kunt eerst de twee symmetrie-assen bepalen.
- >>> De baan snijdt zichzelf in het midden. Probeer de snijhoek te bepalen en een redenering te geven die je gekozen waarde ondersteunt. (Bekijk daartoe het allereerste stukje van de beweging vanuit de beginstand).
- >>> Vind de punten waar de lemniscaat de as AD snijdt. Klopt daar de relatie $AX \cdot DX = 1/2$?
- >>> Bepaal de punten waar de lemniscaat de loodlijnen in A en D op AD doorsnijdt. Hoe ver liggen die van A en D af?
- >>> Zou de lemniscaat op die loodlijnen zijn grootste breedte bereiken?



Voorbeeld 12: Lemniscaatkranen

De constructie van de kraan met vertikaal geleide arm (voorbeeld 10) levert lastige technische problemen op bij het glijden van punt B langs lijn AD , omdat snelle slijtage optreedt.

Er zijn ook kranen ontwikkeld waarvan de beweging op een stangenvierhoek is gebaseerd en waarbij geen glijdende verbinding wordt gebruikt. Twee heel verschillende voorbeelden zie je hiernaast.

Weer zijn twee standen van de kraan over elkaar getekend om de beweging duidelijk te maken.

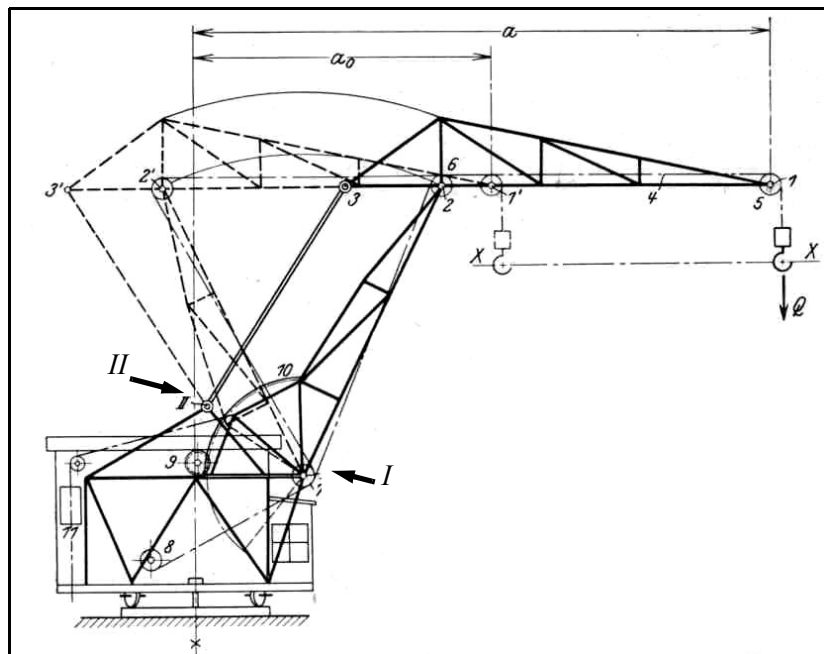
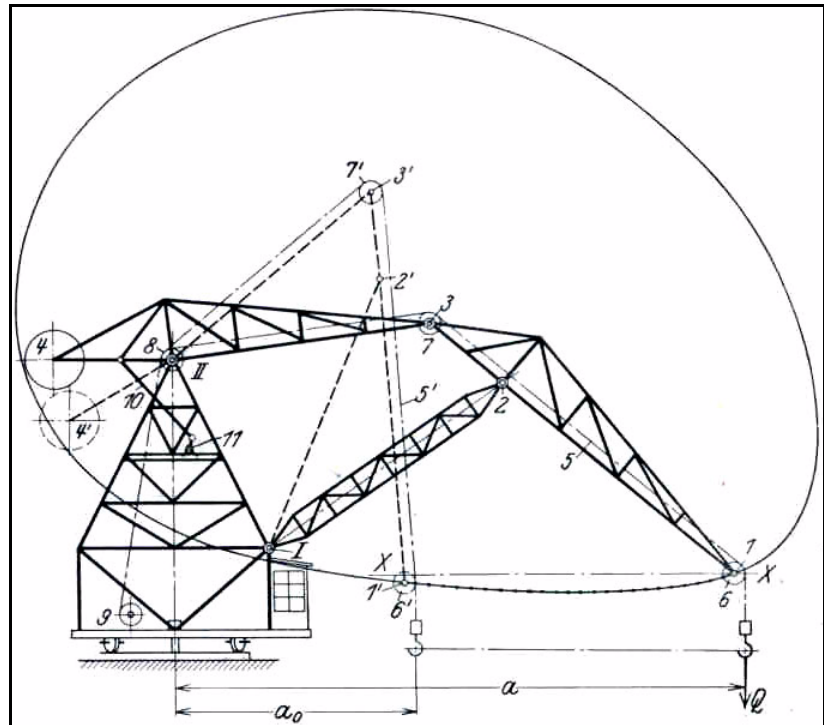
Beide afbeeldingen laten een bijna horizontaal stuk lastweg zien. Niet perfect, zoals bij voorbeeld 10, maar toch heel acceptabel in de praktijk.

De beweging van de kranen berust in beide gevallen op de stangenvierhoek I - II - 3 - 2.

Bij beide kranen is de lijn 3-2 verlengd tot aan de top-katrol.

Deze kranen laten zich uitstekend simuleren op de computer.

Op de computer zijn alle zijden van de vierhoek I - II - 3 - 2 instelbaar en kan bovendien de hoogte en ligging van de vaste punten I en II ingesteld worden. Zo kunnen nog vele andere kranen verkend worden!



Voorbeeld 13: Zonder commentaar; extra ideeën

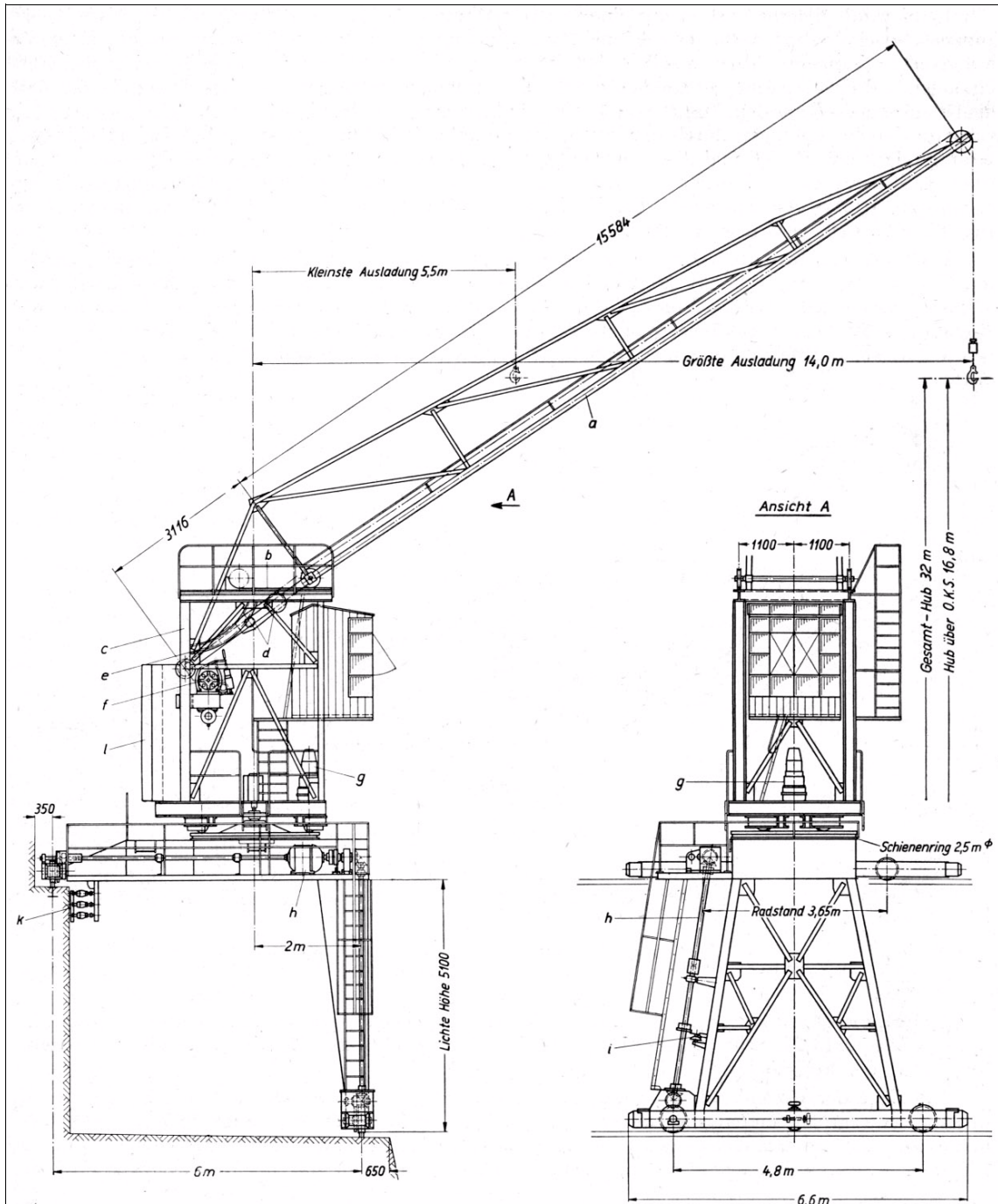


Abb. 334. Ellipsenlenker-Wippdrehkran auf Halbportal. 1,5 t Tragkraft, 14/5,5 m Ausladung (Kampnagel, Hamburg).

Heben: 65 m/min, 30 PS, 25 % ED;
 Wippen: 40 m/min, 4,9 PS, 40 % ED;

Drehen: 2 U/min, 6,7 PS, 40 % ED;
 Portalfahren: 60 m/min, 22 PS, 25 % ED.

- | | | | |
|------------------------------|----------------|-------------------|------------------------|
| a Wippausleger; | d Einziehwerk; | g Drehwerk; | k Hauptschleifleitung; |
| b waagerechte Rollenführung; | e Zahnsegment; | h Portalfahrwerk; | l Gegengewicht. |
| c senkrechte Rollenführung; | f Hubwerk; | i Läutwerk; | |

Zijn hier stangenvierhoeken in te ontdekken?



garagedeur



dranger



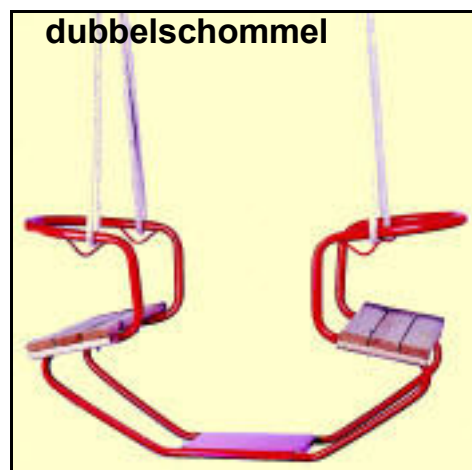
Myra (geschilderd)



klapstoel



rolstoel



dubbelschommel

Sky-train



Portugese treinstoel

Twee foto's van een klapstoeltje in een Portugese trein.

