

WOP2 - overzicht van activiteiten per week

WB1642 Werktuigkundig Ontwerpproject 2

Werner van de Sande
TU Delft / Mechanical Engineering

Regine Vroom

Gepubliceerd op 2025-11-16

Laatst bijgewerkt op 2026-07-29

Inhoudsopgave

1	Ingenieursbureau - WOP week 1	2
1.1	Maandag of Dinsdag – Eerste Projecttafeltijd	2
1.2	Donderdag of Vrijdag – Clusterbijeenkomsten	3
2	Week 2	7
3	Week 3	8
4	Week 4, 5 en 6	8
4.1	Algemeen	8
4.2	Vorbereiding op de Maakbaarheidscheck	8
4.3	Vorbereiding op het Maakmoment	9
4.4	Na het Maakmoment	9
4.5	Aan het eind van week 6	10
5	Week 7, 8 en 9	10

1 Ingenieursbureau - WOP week 1

1.1 Maandag of Dinsdag – Eerste Projecttafeltijd

Tijdens deze sessie werk je met je groep volgens onderstaande volgorde. Plaats de resultaten in de groeps-Excel die je hier kunt downloaden. Je kan het Excel-bestand ook vinden op de WOP2 Brightspace-pagina onder Content> T2 > A-Groepsproject

De aangeraden volgorde van de activiteiten is als volgt:

- Kennismaking binnen de groep (±30 min)
- Opstellen van wat je ontwerp stap voor stap gaat doen (operationeel stappenplan) en definiëren van functies (±60 min)
 - Een template voor het operationele stappenplan kun je vinden op het eerste tabblad van de Groeps-Excel.

! Belangrijk

In het operationele stappenplan bepaal je een sequentie van acties in de tijd van je ontwerp. Je maakt in essentie een stripverhaal van de acties van je ontwerp. Bijvoorbeeld:

1. Het ontwerp staat stil.
2. Het ontwerp rijdt.
3. Het ontwerp stopt.

Bij elke stap (1,2 of 3) zijn er bepaalde deelfuncties die het ontwerp moet vervullen. Ook zijn er bepaalde fysieke aspecten die bij elke stap een rol kunnen spelen (denk aan: wrijving, balans, etc.). Een operationeel stappenplan helpt dus bij het identificeren van deelfuncties en andere aspecten van de ontwerpopdracht.

In week 1 is er tijdens het maandagcollege besproken hoe dit in zijn werk gaat.

- De deelfuncties bepalen op basis van het operationeel stappenplan en in een morfologische kaart plaatsen (tablad 2 van de groeps-Excel). (±10 min)
- Verzamelen van informatie voor mogelijke deeloplossingen bij de deelfuncties (±30 min)
- Aanvullen van de morfologische kaart met deeloplossingen via bijvoorbeeld HKJ-sessies (±30 min)
- Identificeren en documenteren van onmogelijke combinaties in de morfologische kaart (±15 min)
- Opstellen van het Programma van Eisen (PvE) (±30 min)
- De groeps-excel met daarin jullie morfologische kaart en PvE inleveren op Brightspace > Assignments > Groeps-Excel (±10 min)
- Invullen van de Cluster-Excel (±30 min)

! Belangrijk

Jullie krijgen alleen toegang tot de gezamenlijke Cluster-Excel wanneer de Groeps-excel is ingeleverd. Deze Cluster-Excel kan je vervolgens [hier](#) vinden (op de WOP2 Brightspace-pagina onder Content> T2 > A-Groepsproject > Cluster-Excel).

1.2 Donderdag of Vrijdag – Clusterbijeenkomsten

Deze middag werken jullie op clusterniveau aan het ontwikkelen van conceptringen. Aan het eind van de middag heeft iedere groep de conceptring die zij gedurende WOP2 verder gaan uitwerken.

De gezamenlijke sessies vinden plaats per cluster in een instructiezaal. Er zijn twee sessies:

1. Ingenieursbureau deel 1 - Totaaloplossingen genereren (5^{de} of 6^{de} uur)
2. Ingenieursbureau deel 2 - Conceptring uitwerken (7^{de} of 8^{ste} uur)

Elke groep gaat samen met hun cluster naar beide sessies. Hieronder staat een overzicht van wanneer en waar elk cluster hun sessies hebben (zie Tabel 1) Je clusternummer kun je vinden op Brightspace bij Vak informatie.

- 5^{de} uur: 13:45-14:30
- 6^{de} uur: 14:45-15:30
- 7^{de} uur: 15:45-16:30
- 8^{de} uur: 16:45-17:30

Tabel 1: rooster clusterbijeenkomst ingenieursbureau

cluster	5 ^{de} uur	6 ^{de} uur	7 ^{de} uur	8 ^{ste} uur
1	Pulse-Hall 5	projecttafel	Pulse-Hall 5	projecttafel
2	projecttafel	Pulse-Hall 5	projecttafel	Pulse-Hall 5
3	Pulse-Hall 4	projecttafel	Pulse-Hall 7	projecttafel
4	ME Hall J	projecttafel	ME Hall G	projecttafel
5	Pulse-Hall 6	projecttafel	Pulse-Hall 6	projecttafel
6	projecttafel	Pulse-Hall 6	projecttafel	Pulse-Hall 6
7	projecttafel	Pulse-Hall 4	projecttafel	Pulse-Hall 7
8	projecttafel	ME Hall J	projecttafel	ME Hall G
9	projecttafel	Pulse-Hall 8	projecttafel	Pulse-Hall 10
10	ME Hall H	projecttafel	ME Hall H	projecttafel
11	Pulse-Hall 8	projecttafel	Pulse-Hall 10	projecttafel
12	ME Hall I	projecttafel	ME Hall I	projecttafel
13	ME Hall K	projecttafel	ME Hall K	projecttafel
14	projecttafel	ME Hall H	projecttafel	ME Hall H
15	projecttafel	ME Hall I	projecttafel	ME Hall I
16	projecttafel	ME Hall K	projecttafel	ME Hall K

1.2.a Ingenieursbureau – Totaaloplossingen genereren (5^{de} of 6^{de} uur)

Tijdens het eerste gezamenlijke uur van het ingenieursbureau wordt het gezamenlijke programma van eisen (PvE) en de gezamenlijke morfologische kaart besproken en vastgesteld. Uit de gezamenlijke morfologische kaart worden vervolgens meerdere totaaloplossingen gegenereerd.

Het eerste uur is opgedeeld in de volgende onderdelen:

- Het bespreken van de gezamenlijke Cluster-Excel met projectdocenten (±15 min)
 - Controle en aanvulling van de morfologische kaart
 - Controle en aanvulling van het PvE
- Lijnen trekken door de morfologische kaart (±20 min) om totaaloplossingen te bepalen.
 - Ken elke oplossing een kaart toe (bijv. schoppenaas, harten 10)
 - Documenteer deze in het tabblad Concepten van de gezamenlijke Cluster-Excel
- Toewijzing van totaaloplossingen aan groepen (±5 min)
 - De projectdocenten regelen een willekeurige toewijzing van de totaaloplossingen via het trekken van een kaart zonder teruglegging

Aan het einde van de eerste gezamenlijke sessie krijgt elke groep een aantal A1-vellen mee om de aan hen toegewezen totaaloplossing aan hun projecttafel uit te gaan werken.

1.2.b Tafeltussenuur (6e of 7e college-uur)

Elke groep werkt aan de toegewezen totaaloplossing op de A1-vellen. Teken, schrijf plak op het vel, zodat de uitwerking het volgende bevat:

1. Gedetailleerde aanzichten met geschatte dimensies en eventueel ook al wat snelle isometrische schetsjes

💡 Tip

Dit lijkt op WOP1 Handtekenen week 3, maar veel minder uitgebreid, er is immers geen uitgebreide isometrische tekening nodig. Je mag ook isometrische papier gebruiken en dat op het A1-vel bevestigen.

Maak aanzichten/schetsen van bijvoorbeeld:

- de hele takelaar
- onderdelen van de takelaar, zoals:
 - het frame/chassis
 - de overbrenging
 - lagers, lagerhuizen en assen
 - veren en hun bevestiging op de takelaar
 - bevestiging/inklemming van de takelaar op baan
- verbindingen tussen onderdelen:

2. Ontwerpdetails die extra aandacht nodig hebben in week 2 of besproken moeten worden in de tweede sessie van het Ingenieursbureau vanwege verwachte problemen en uitdagingen.

💡 Tip

Dit zijn voornamelijk dingen uit de lijst bij punt 1 waar nog veel vragen/onbekenden over zijn.

Het kunnen ook de details/onderdelen van het ontwerp zijn die kritisch/ zeer belangrijk zijn voor de prestatie van de takelaar.

Maak hier een lijst van (met eventuele schetjes waar het probleem/uitdaging zit in de takelaar).

3. Aspecten die fysische verkenning vereisen

 Tip

Bijvoorbeeld:

- schets krachtenplaatjes per operationele stap
- stel een energievergelijking op (hoeveel energie is er tenminste nodig om het schietlood op een bepaald punt te krijgen)
- hoe zorg je dat de takelaar niet van de baan valt tijdens het rijden.
- etc.

4. Toetsing aan functionele eisen en de operationele stappen

 Tip

Is de conceptring van de takelaar in staat om alle stappen en functies te vervullen, dit mag een simple checklist zijn.

Als een bepaalde functie of operationele stap nog niet vervuld is, kan je dit als ontwerpwerpdetail bij punt 2 toevoegen. Leg dan ook kort uit, wat het probleem is en wat de oorzaak is.

Elke groep neemt hun A1-vellen weer mee naar de tweede gezamenlijke sessie.

1.2.c Ingenieursbureau – Conceptringen uitwerken (7^{de} of 8^{ste} college-uur)

Tijdens dit uur worden de conceptringen besproken en vastgelegd. Tijdens het tafeltussenuur zijn de totaaloplossingen verder uitgewerkt. In dit uur worden uitdagingen, problemen en andere aspecten behandeld, zodat elke groep de zaal verlaat met een kansrijke conceptring.

Het tweede uur is opgedeeld in de volgende onderdelen:

- De postersessie (±15 min)
 - A1-vellen worden opgehangen
 - De groepen bekijken en bespreken elkaars werk, let op:
 - technische haalbaarheid
 - type onderdelen en verbindingen tussen die onderdelen
 - andere aspecten, zoals: massa, stijfheid, etc.
- Klassikale ontwerpessie (±30 min)
 - Het doel: elke groep verlaat de zaal met een kansrijke conceptring
 - Jullie dragen zelf problemen/aspecten aan
 - De docenten geven feedback, voorstellen en aanpassingen
 - Aandachtspunten voor detaillering in week 2 worden besproken

 Belangrijk

Vergeet niet de A1-vellen te digitaliseren door er een foto (met goede belichting) van te maken. Deze foto dient later in het ontwerp dossier opgenomen te worden.

1.2.d Nota Bene

Door de opzet van de middag heeft elke groep een uur zonder geplande activiteit: voorafgaand aan (het 5^{de} college-uur) of na de gezamenlijke sessies (het 8^{ste} uur). Deze tijd kan benut worden voor (afhankelijk van de inroostering):

- Voor de groepen die pas het 6^{de} uur (14:45-15:30) hun eerste gezamenlijke sessie hebben:
 - In het 5^{de} uur (13:45-14:30) werk je gezamenlijk met je cluster om jullie Cluster-Excel verder te ordenen door de taken als volgt te verdelen:
 - 1 groep ordent de deelfuncties in de morfologische kaart (dubbele functies eruit, functies helder opschrijven)
 - 3 groepen ordenen elk 2 rijen aan deeloplossingen van de morfologische kaart (dubbele oplossingen eruit, deeloplossing helder tekenen/beschrijven)
 - 3 groepen ordenen elk 1 kolom van het Programma van Eisen (logische volgorde, dubbelingen eruit, helder opschrijven)
 - 1 groep houdt overzicht over het geheel en coördineert de andere groepen.
- Voor de groepen die het 5^{de} uur (13:45-14:30) hun eerste gezamenlijke sessie hebben:
 - In het 8^{ste} uur (16:45-17:30) werk je gezamenlijk met je groep verder aan je concept-richting. Hiervoor kan je de input die je in het 7^{de} uur gehad hebt, gebruiken.

2 Week 2

Deze week staat in het teken van analyseren, detailleren, optimaliseren en dimensioneren. Jullie werken de gekozen conceptrichting verder uit en starten met het modelleren in SolidWorks.

2.0.0.a Activiteiten:

- Maak een planning voor week 2 t/m 6, afgestemd op deadlines en verplichtingen zoals onder meer maakbaarheidsconsult en maakmoment
- Werk de conceptrichting uit via:
 - Fysische verkenning per operationele stap
 - Berekeningen en krachtenanalyses
 - Identificatie van drie kritische onderdelen
 - Energie-, kracht- en bewegingsanalyse
 - Tekeningen en verbindingen van onderdelen
- Maak proefmodellen van subsystemen of onderdelen waarvan de werking onzeker is
 - Gebruik eigen materiaal en gereedschap
 - Voor tandwielen en veren: regel deze zelf via bijvoorbeeld:
 - Quartel – quartel.nl
 - Conrad – conrad.nl
- Dimensioneer het conceptontwerp op basis van berekeningen, testen en redeneringen
- Start met het parametrisch modelleren in SolidWorks
 - Maak afspraken over samenwerking en versiebeheer
 - Op donderdag- en vrijdagmiddag zijn 3D-CAD-docenten en studentassistenten beschikbaar. Zie het rooster voor locaties.

- Leg alle resultaten vast in het ontwerpdossier

3 Week 3

In week 3 moet de eerste versie van jullie ontwerp af zijn in SolidWorks. Dit ontwerp fungeert als het eerste prototype, vergelijkbaar met WOP1, maar met meer materiaalkeuze en voorbereiding.

3.0.0.a Activiteiten:

- Voltooi het ontwerp van het eerste prototype in SolidWorks
 - Dit bestaat uit meerdere onderdelen en een samenstelling
 - Lever het CAD-model via een Pack&Go.zip-bestand in via Brightspace > Assignment > CAD-model.

Sommige groepen hebben deze week al hun maakbaarheidsconsults. Zie instructies voor week 4, 5 en 6 voor meer informatie.

4 Week 4, 5 en 6

In week 4, 5 en 6 loopt het proces per groep uiteen. Daarom is deze fase opgedeeld in vier delen. Hieronder lees je waar jouw groep zich op moet richten. Afhankelijk van het moment van de maakbaarheidscheck en het eerste maakmoment, krijgen bepaalde onderdelen meer of minder aandacht. Het is aan jullie om dit goed te plannen.

4.1 Algemeen

Afhankelijk van het moment waarop jullie gaan maken, worden de onderdelen in deze fase gebaseerd op: - Berekeningen - Analyses - Extra proefmodellen - Of de prestaties van het eerste prototype Elke groep moet minimaal de volgende analyses opnemen in het ontwerpdossier: Veiligheids- en faalanalyse (voor conceptontwerp of eerste prototype) - Wat kan er misgaan? (bij fabricage, montage, testen; breuk, losschietende onderdelen, van de baan af) - Hoe groot is de kans daarop? - Wat zijn de gevolgen als het misgaat? - Hoe kun je dit voorkomen? In college week 2.4 wordt uitgelegd hoe je dit kunt aanpakken met o.a. een vereenvoudigde FMEA-analyse. Prestatieverwachting van het prototype - Stel de prestatieverwachtingen op en onderbouw met berekeningen, redeneringen en/of experimenten - Benoem de aannames die zijn gedaan - Baseer de prestatieverwachtingen op de prestatiecriteria uit het Programma van Eisen (opgesteld in week 1) - Gebruik de fysische verkenning als startpunt voor berekeningen en analyses - Na elk maakmoment: analyseer hoe goed de verwachting overeenkwam met de realiteit en waarom

4.2 Voorbereiding op de Maakbaarheidscheck

Sommige groepen hebben in week 3 al hun maakbaarheidscheck (check dit voor jouw groep op myTimeTable) Voorafgaand aan de maakbaarheidssessie hebben jullie je CAD-model gemaakt van jullie ontwerp en moeten jullie zelf een idee hebben hoe jullie ontwerp vervaardigd zou kunnen worden in de FW. Tijdens de maakbaarheidssessie per cluster in een instructiezaal worden een aantal van de CAD-modellen van jullie cluster besproken qua maakbaarheid door een medewerker van de Faculteits-

werkplaats. Het is aan jullie om de juiste conclusies daaruit te trekken voor jullie eigen ontwerp. Dus maak dan veel aantekeningen. De activiteiten hier staan in dienst van het zo goed mogelijk voorbereid naar de maakbaarheidscheck te gaan. Naast jullie CAD-model is het belangrijk om te denken aan:

- Opstellen van een vervaardigingsplan en een vervaardigingsplanning voor het eerste maakmoment. Voor het vervaardigen van jullie ontwerp, is het belangrijk dat jullie tijdens jullie eerste maakmoment goed voorbereid zijn. In college in week 2.3 wordt het vervaardigingsplan toegelicht. Probeer met elkaar te bepalen welke onderdelen vervaardigd moeten worden en welke ingekocht.
- Bepaal van de maakdelen waarvan je het gaat maken (plaat, profiel, ...) en de bewerkingstappen die nodig zijn in de werkplaats (aftekenen, boren, zetten, ...).
- Bepaal de juiste volgorde en verdeel de werkzaamheden over het maakmoment en over de groepsleden.
- Ga na of je hulpgereedschap nodig hebt, en zo ja welke en hoe je daaraan komt (ook maken in FW?)
- Zet alles bij elkaar in een goed plan met technische tekeningen waar nodig. Deze tekeningen zijn volgens de normen zoals geleerd in WOP1 T2.D technische tekeningen lezen. Op Brightspace staat een document: Eisen aan het 3D CAD-model en de technische tekeningen. Check dit goed! De tekeningen die in week 6 ingeleverd worden, worden apart beoordeeld en tellen mee voor het PD-cijfer.

4.3 Voorbereiding op het Maakmoment

Gebruik de tijd efficiënt. Zorg dat het volgende in orde is:

- Bestellijsten
 - Instructies voor het kiezen van veren, stelringen en kogellagers volgen nog
 - FW verstrekt boutjes, moertjes, glijlagers en stafmateriaal → gebruik het FW-bestelformulier (project WOP2 selecteren)
 - Alle materialen moeten terug te vinden zijn in de stuklijst bij de technische tekeningen
 - Bepaal waar overige onderdelen besteld worden (denk aan tandwielen, O-ringen, speciale lagers)
 - Spreek een budget af, bijvoorbeeld €10 per student en leg dat gelijk bij elkaar.
- CAD-model en tekeningenpakket
 - Zorg voor een up-to-date CAD-model
 - Zorg voor tekeningen die nodig zijn voor fabricage in de FW. Neem deze tekeningen ook mee naar het maakmoment!
- Ingekochte onderdelen
 - Bestel onderdelen die niet via FW beschikbaar zijn op tijd (en ontvang ze idealiter vóór het eerste maakmoment)

4.4 Na het Maakmoment

Na het eerste maakmoment gaan jullie assembleren en testen. Daarna wordt het ontwerp aangepast om de werking te verbeteren.

Activiteiten

- Test het prototype op basis van het programma van eisen en de prestatieverwachting
- Documenteer de testresultaten formeel in het dossier
- Analyseer het maakproces en geef suggesties voor verbetering
- Pas het ontwerp aan voor betere werking

In week 7, 8 of 9 gaan jullie opnieuw de werkplaats in (het tweede maakmoment) voor de aanpassingen.

4.5 Aan het eind van week 6

Lever het volgende in aan het einde van week 6:

- Ontwerpdossier deel 1 en 2 (bijgewerkt na het maakmoment)
- Up-to-date CAD-model (als Pack&Go zip-bestand)
- Technisch tekeningenpakket:
 - Samenstellingstekening (A3, met aanzichten, doorsneden, stuklijst en stuknummers)
 - Productietekeningen (A4 of A3, per twee studenten één tekening van een maakonderdeel, met aanzichten, maten, toleranties)
 - Vermeld projectgroepnummer, naam en studienummer op elke tekening
 - Een groep van 6 studenten levert dus 3 productietekeningen en 1 samenstellings-tekening in.
- Aangepaste bestellijsten voor het tweede maakmoment (week 7, 8 of 9)

5 Week 7, 8 en 9

In deze weken staat het vervaardigen en testen van het uiteindelijke ontwerp centraal. Het eerste prototype is in week 4, 5 en 6 ontworpen, gemaakt en getest. Op basis van die testresultaten zijn verbeteringen doorgevoerd die nu gerealiseerd worden.

Elke groep heeft in week 7 of 8 een werkplaatsmoment van 3 uur in de FW/AWS om het aangepaste ontwerp te vervaardigen. Check het rooster wanneer en hoe lang. Zorg dat je deze tijd efficiënt benut. In week 2.9 vindt de officiële prestatietest plaats. Hier wordt de prestatie van jullie ontwerp beoordeeld door meerdere docenten.

Het rooster voor deze test wordt gepubliceerd op Brightspace.

Activiteiten

Tijdens week 7 t/m 9 werk je aan de volgende onderdelen: - Vervaardigen van het aangepaste prototype - In maximaal twee ingeroosterde werkplaatsmomenten - Testen en analyseren van het vervaardigde ontwerp - Zowel zelfstandig als tijdens de prestatietest - Uitvoeren van de prestatietest in week 2.9 - Samen met de docenten - Documenteren van de gerealiseerde prestaties - Bij eigen test of prestatietest op de baan - Vergelijken van gerealiseerde prestaties met de prestatieverwachting van eigen groep en cluster - Zoals vastgelegd in Ontwerpdossier Deel 2 - Analyseren van verschillen tussen verwachting en realiteit - Verklaar waarom de prestaties afwijken - Reflectie en verbetering - Geef aan hoe de prestatieverwachting beter voorspeld

had kunnen worden - Geef aan hoe het ontwerp verder verbeterd kan worden voor betere prestaties