

Het ingenieursbureau

Ing. N. G. J. Mallee

1.	Inleiding	F1005- 3
2.	Uitbesteden of zelf doen?	F1005- 4
2.1.	Algemeen	F1005- 4
2.2.	Argumenten	F1005- 6
2.3.	Uitbesteding	F1005- 7
2.4.	Contractsvormen van uitbesteding	F1005- 9
3.	Taakstelling van het ingenieursbureau	F1005- 9
4.	Organisatiestructuur van het ingenieursbureau	F1005-10
4.1.	Management	F1005-10
4.2.	Marketing en verkoop	F1005-10
4.3.	Engineering	F1005-11
4.4.	Procurement	F1005-11
4.5.	Projectcontrole	F1005-11
4.6.	Montage	F1005-11
4.7.	Automatisering	F1005-11
4.8.	Administratie	F1005-11
5.	Typen projectorganisatie	F1005-12
5.1.	Matrix-organisatie	F1005-12
5.2.	Task force	F1005-12
6.	De engineeringkosten	F1005-13
6.1.	Globaal kostenpatroon	F1005-13
6.2.	Inhoud van de investering	F1005-15
6.3.	Werkverhouding opdrachtgever/ ingenieursbureau	F1005-16
6.4.	Kosten	F1005-18

1. Inleiding

In dit artikel wordt het ingenieursbureau in het algemeen besproken. Uitgegaan wordt van de situatie in de procesindustrie, veel van het behandelde zal echter ook van toepassing kunnen zijn op andere industrieën.

Hiertoe wordt allereerst de vraag behandeld of werk moet worden uitbesteed of zelf uitgevoerd, daarna wordt de organisatiestructuur van het ingenieursbureau beschouwd, waarna de consequenties van deze structuur voor de functionele organisatie van de onderneming alsook voor de mogelijke typen van projectorganisatie binnen de onderneming worden besproken. Tot slot wordt de opbouw van de kosten van het ingenieursbureau aan een nadere beschouwing onderworpen.

Engineering bestaat uit een hoeveelheid gecoördineerd denkwerk welke zijn neerslag vindt in specificaties, tekeningen, schema's en andere gegevens welke vereist zijn voor de uitvoering van een project. Dit denkwerk is gebaseerd op kennis, ervaring en creativiteit, welke voornamelijk in de resultaten tot uiting komen. Het al of niet goed functioneren van het ingenieursbureau is in hoge mate afhankelijk van het op de juiste wijze gebruik maken van kennis, ervaring en creativiteit om alleen die veelheid van gegevens te verschaffen die nodig zijn voor de realisatie van een project, binnen het vooraf vastgestelde tijdstraject.

Zoals uit dit artikel duidelijk zal worden, zijn er ingenieursbureaus die niet alleen engineering doen maar ook diensten verschaffen als uitvloeisel van die engineering tot en met de uitvoering en inbedrijfstelling van volledige projecten.

Voor grotere Megaprojecten kunnen zelf meerdere ingenieursbureaus worden ingeschakeld worden met elk hun eigen proces en werkkexpertise, waarbij deze bureaus zich niet in het zelfde land bevinden. Het zal hierbij duidelijk zijn dat de bedrijfsculturen bij elkaar moeten passen, de ontwerp filosofieën dienen op elkaar te worden afgestemd en er tevens duidelijke afspraken moeten worden gemaakt over de demarcatielijnen van ieders werkzaamheden en verantwoordelijkheden.

Heden ten dagen zijn er ook alliantieconcepten ontwikkeld waarbij de opdrachtgever, ingenieursbureau, aannemers en leveranciers nauw met elkaar samenwerken op basis van vertrouwen, enerzijds om de kosten en/of de bouwtijd te reduceren en anderzijds de hier-

door ontstane winst gezamenlijk te verdelen. Voor meer informatie over het alliantieconcept zie andere bijdragen in dit handboek.

Men kan onderscheid maken in de volgende hoofdgroepen van werkzaamheden:

- A. Voorontwerp (Basic Design Package);
- B. Gedetailleerd ontwerp (Detailed Design Package);
- C. Ontwerp en inkoop;
- D. Ontwerp, inkoop en constructiecoördinatie;
- E. Ontwerp, inkoop, constructiecoördinatie en in bedrijfsstelling;
- F. Ontwerp, inkoop, constructie, constructiecoördinatie en in bedrijfsstelling;
- G. Ontwerp, inkoop, constructie, constructiecoördinatie, in bedrijfsstelling en onderhoud.

2. Uitbesteden of zelf doen?

2.1. Algemeen

Ervan uitgaande dat een opdrachtgever een project wil uitvoeren, kan men zich als opdrachtgever de volgende vragen stellen:

- Wat weet men, of wat is reeds gedaan en wat moet er nog gedaan worden?
- Wat kan men zelf doen, wat moet men (elders) laten doen?
- Is het noodzakelijk om een extern ingenieursbureau inschakelen of brengt men de werkzaamheden bij leveranciers onder en zo ja, welke?

Om te besluiten wat in het licht van bovengenoemde vragen de beste verdeling van verantwoordelijkheden is, kan men met behulp van de hierna volgende matrix een afweging van de meest passende uitvoering maken.

Bij het maken van een keuze dient zich echter steeds af te vragen:

- Wat zijn de kosten effecten en kan men het zelf goedkoper doen?
- Wat zijn de tijdseffecten en kan men het zelf sneller doen?
- Wie heeft de verantwoordelijkheid en wil men deze zelf dragen?
- Wie geeft de garanties af en kan men deze zelf geven!

Tabel 1. Keuzematrix

	1	2	3	4	5	6
	Voor- ontwerp	Ontwerp	Inkoop, keuring	Constr.	Bouw toezicht	Inbedrijf- stelling
A Ondernemer	×	×	×	×	×	×
B ₁ Opdrachtgever	×	–	×	×	×	×
Ingenieursbureau	–	×	–	–	–	–
B ₂ Opdrachtgever	×	–	–	–	×	×
Ingenieursbureau	–	×	×	–	×	×
Aannemer en/of leverancier	–	–	–	×	–	–
C ₁ Opdrachtgever	–	–	–	–	–	×
Ingenieursbureau	×	×	×	–	×	×
Aannemer en/of leverancier	–	×	–	×		
C ₂ Opdrachtgever	–	–	–	–	–	×
Ingenieursbureau	×	×	×	–	×	×
Aannemer en/of leverancier	–	–	–	×	–	–
D Opdrachtgever	×	×	×	×	×	×
Ingenieursbureau	×	×	×	×	×	×
Aannemer en/of leverancier	–	×	×	×	×	×

Korte toelichting op de keuze matrix:

Mogelijkheid A

De opdrachtgever voert alle werkzaamheden zelf uit.

Mogelijkheid B1

De opdrachtgever besteedt de gedetailleerde ontwerp-werkzaamheden uit aan het ingenieursbureau, en laat alle andere werkzaamheden door zijn eigen organisatie uitvoeren.

Mogelijkheid B2

Het ingenieursbureau doet het gedetailleerde ontwerp en de inkoop van materialen en diensten. De aannemer en/of leverancier zet de gehele installatie in elkaar onder bouwtoezicht van de opdrachtgever.

Mogelijkheid C1

Het ingenieursbureau, leverancier en aannemers zijn verantwoordelijk voor het totale traject van voorontwerp tot aan inbedrijfsstelling, welke in samenwerking met de opdrachtgever gedaan wordt.

Mogelijkheid C2

Het ingenieursbureau is verantwoordelijk voor het totale traject van voorontwerp tot aan inbedrijfsstelling, welke in samenwerking met de opdrachtgever gedaan wordt.

Mogelijkheid D

Dit is het zogenaamde Alliantie-model waarbij alle partijen bereid zijn om gezamenlijk de tot de totstandkoming van een installatie te komen.

2.2. Argumenten

Zelf doen betekent, bij projecten van enige omvang, dat men zelf over de staf, de kennis, vaardigheden en hulpmiddelen moet beschikken, zo nodig aangevuld met de „know-how” van leveranciers. Enkele grote gevaren zijn echter aanwezig. Ten eerste beschikt de technische staf van de gemiddelde opdrachtgever zelden over voldoende tijd en mankracht om de vereiste continue aandacht aan projecten te besteden, omdat men deze werkzaamheden naast de bestaande werkzaamheden moet doen.

Ook kan het voorkomen dat de specifieke hulpmiddelen en vakken- nis ontbreken waarover men bij de engineering zou moeten beschikken.

Het gevolg zou kunnen zijn een onvolledig ontwerp waardoor later tijdens de uitvoering nogal wat improvisatie nodig is om het project tot een goed einde te brengen, dit heeft meestal een negatief effect op de kosten en de tijdsduur van het project.

Het tweede gevaar is het risico van het ontstaan van een zekere bedrijfsblindheid. Men sluit zich af van de van buiten komende innovaties en van de ervaringen van anderen.

Tenslotte is er het voortdurend aanwezige gevaar van zware overbelasting van de eigen technische staf, die de over het algemeen onregelmatig optredende investeringsactiviteiten onmogelijk kan opvangen, tenzij men beschikt over een eigen engineeringbureau van voldoende omvang.

Dit laatste is echter alleen rendabel indien men verzekerd is van voldoende continuïteit in de investeringsstroom.

Een veel gehoord argument, waarom men het niet aandurft om een extern ingenieursbureau in te schakelen, is, dat men dan het risico zou lopen bedrijfsgeheimen kwijt te raken. Dit argument kan echter niet steekhoudend worden genoemd.

De grotere bureaus hebben er alle belang bij dat het vertrouwen tussen hen en hun opdrachtgever in stand blijft en zullen met alle hun ten dienste staande middelen ervoor waken dat dit vertrouwen niet wordt beschaamd. Tevens wordt bij de grotere bureaus een hoge graad van technische kennis opgebouwd die aan alle klanten ten goede komt.

Het opnemen van een geheimhoudingsclausule (secrecy agreement) in het engineeringcontract en in de arbeidsovereenkomsten met het personeel en ook het overeenkomen van concurrentiebedingen zijn voorwaarden die steunen op wettelijke sancties.

Ongeacht de wijze waarop de engineering zal geschieden, zijn er van de taken die ten behoeve van een project verricht moeten worden, een aantal welke door de onderneming zelf zullen moeten worden verricht.

Dit betreft, naast een keuze uit de voorgelegde alternatieven, in elk geval de beslissingen ter zake van:

- de uiteindelijke keuze van het proces en de minimale en/of maximale productiecapaciteit;
- de plaats van vestiging en het effect op de lokale infrastructuur;
- de definitieve investeringsbeslissing op basis van de uitkomsten van eventuele voorprojecten.

Indien wordt besloten niet alles zelf te doen, kan, afhankelijk van de mogelijkheden van het gekozen bureau en uitgaande van de bezettingsgraad en de kennis van de eigen medewerkers, een keuze worden gemaakt met betrekking tot de werkzaamheden welke door het bedrijf zelf, en welke werkzaamheden door het ingenieursbureau zullen worden gedaan.

2.3. Uitbesteding

Een nogal eens voorkomende constructie is dat de ondernemer de basisengineering zelf doet en dan de gehele verdere uitwerking laat verzorgen door een ingenieursbureau dat de algehele coördinatie verzorgt met aannemers en/of leveranciers.

F1005-8 Het ingenieursbureau

Ongeacht de vorm welke het contract met het ingenieursbureau zal hebben, is het belangrijk vast te leggen wat men heeft afgesproken ter zake van de werkomvang, de taakverdeling, het tijdsbestek waarbinnen de engineering moet geschieden, de prijsstelling, de wijze van verrekening en de grenzen der verantwoordelijkheden. Daarnaast worden gewoonlijk een geheimhoudingsclausule en bepalingen betreffende de aan te houden normen opgenomen en soms ook een concurrentiebeding.

Er zijn bureaus welke zich beperken tot één of enkele taken (bijv. raadgevend bureau, tekenbureaus en dergelijke), terwijl er ook bureaus zijn welke alle taken, dus het gehele project, zelf onder eigen verantwoordelijkheid kunnen uitvoeren (bijv. turnkey projecten, soms met levering van de proces know-how).

Voor projecten van enige omvang kan men de beste resultaten verwachten van een ervaren, professioneel werkend extern ingenieursbureau, waarbij derhalve de inbreng van de ondernemer beperkt is tot het verlenen van de opdracht en het afnemen van de installatie. Een dergelijk professioneel ingenieursbureau kan de navolgende taken op zich nemen:

- levering proces know-how (licentie);
- studie inzake de economische haalbaarheid;
- procesontwerp;
- projectontwerp;
- detail-engineering;
- procurement (aankoop van alle benodigde apparatuur, materialen en uitbesteding naar aannemers);
- montage;
- functietesten;
- opstarten.

De behoefte aan en de mate van betrokkenheid van een extern ingenieursbureau hangt uiteraard sterk samen met de grootte van het te realiseren project.

De realisatie van een klein project door een groot professioneel ingenieursbureau, dat is ingesteld op behandelen van projecten van vele miljoenen guldens, kan eerder remmend en kostenverhogend werken dan dat het voordelen biedt.

Daarentegen biedt het grote ingenieursbureau bij grote projecten een uitgebreide staf van deskundig personeel in de verschillende vakgebieden, met daarnaast een scala aan hulpmiddelen, van een eenvoudige materiaalopdrachtbon tot en met geavanceerde geautomatiseerde ontwerp-systemen (2D/3D CAD-systemen).

2.4. Contractsvormen van uitbesteding

Bij het uitbesteden van werk is het heel belangrijk voor welke contractsvorm men kiest, de keuze van het type contract kan men het beste bepalen aan de hand van de volgende vragen:

- Welke eigen inbreng in de gang van zaken, veel/weinig?
- Verwacht men veranderingen, veel/weinig ?

De voornaamste basis contracttypen, waarmee een afrekening kan worden vastgelegd, zijn:

Reimbursable Contract:

- Alle kosten worden vergoed met een winstopslag, meestal te gebruiken wanneer men nog veel veranderingen in het basis ontwerp verwacht.

Unit rate contract:

- Vaste tarieven per hoeveelheid werk, alleen de uiteindelijke hoeveelheid werk is nog niet bekend.

Lumpsum Contract:

- Vastgelegde werkzaamheden tegen een vastgelegde prijs, deze contractsvorm kan men alleen toepassen als men zeker weet dat alle werkzaamheden gedefinieerd heeft, m.a.w. het gedetailleerde ontwerp is bijna klaar. Desondanks dient men in het contract een verreken clause op te nemen voor mogelijke veranderingen.

Alliantie contract:

- Deze contractsvorm kan men alleen aangaan wanneer alle belangrijke partijen bereid zijn op basis van onderling vertrouwen de risico's en de eventuele winst te delen.

Naast deze hoofdvormen zijn vele tussenvormen te bedenken, het is mogelijk om bijvoorbeeld met een unit rate contract te beginnen en deze in een later stadium om te zetten in een Lump Sum contract.

3. Taakstelling van het ingenieursbureau

Een ingenieursbureau is een dienstverlenend bedrijf, waarbij de dienstverlening bestaat uit het leveren van een volledig, afgerond pakket in de vorm van ontwerp-documenten met als doelstelling de realisering van investeringsprojecten.

Een goede engineeringsgroep welke voor de chemische of aanverwante industrie werkt omvat ten minste de navolgende al of niet gecombineerde disciplines, ongeacht of er sprake is van een ingenieursbureau dat voor derden werkt of van een eigen bureau binnen de opdrachtgevende onderneming:

- Chemische technologie (ontwerpen, dimensioneren en specificeren van processchema's en utilitiesystemen (stoom, perslucht, vacuüm-, koel-, proces- en drinkwatersystemen).
- Werktuigbouwkunde (apparatenbouw, pijpleidingsystemen, isolatie, mechanisch transport).
- Civiele techniek en bouwkunde (terreinen, fundaties, staal- en betonbouw, rioleringen, sanitaire voorzieningen, (spoor)wegen, steigers, kaden, enz.).
- Elektrotechniek (elektrische centrales, hoog- en laagspanning distributiesystemen, licht- en krachtinstallaties).
- Procesautomatisering/besturing (informatie en communicatie door middel van meet- en regelsystemen, procesbewaking en besturing, telecommunicatie, data recording).
- Milieutechniek (water- en luchtzuivering, afvalstoffenverwijdering, geluidhinder).
- Veiligheidstechniek (explosiegevaar, brandpreventie).

De bovengenoemde engineeringswerkzaamheden worden per vakdiscipline uitgevoerd en moeten vervolgens worden geïntegreerd tot een optimaal functionerend geheel. De kwaliteit van de engineering is namelijk in sterke mate afhankelijk van de wijze waarop de werkzaamheden worden gecoördineerd.

4. Organisatiestructuur van het ingenieursbureau

De organisatie van een groot ingenieursbureau zal in het algemeen samengesteld zijn uit de navolgende hoofdgroepen:

4.1. Management

Het management omvat de dagelijkse leiding, bestaande uit onder meer de directie, juridisch adviseur en financiële deskundige.

4.2. Marketing en verkoop

Deze divisie onderzoekt afzetgebieden, onderhoudt contacten met (potentiële) opdrachtgevers en begeleidt aanbiedingen en contracten.

4.3. *Engineering*

Dit is de grootste groep van het ingenieursbureau en omvat de navolgende disciplines:

- *Procestechneek*: ontwikkelen en/of uitwerken van nieuwe of bestaande procestechneologieën.
- Projectmanagement en de begeleiding zowel intern als naar de opdrachtgever.
- *Ontwerp*: het in detail ontwerpen en tekenen door vakspecialisten en tekenaars, zoals werktuigbouwkundige, civiele- en bouwkundige techniek, elektrotechniek, instrumentatie, etc.

4.4. *Procurement*

Omvat het aanvragen en beoordelen van offertes en het plaatsen van de orders, voortgangscntrole bij de leveranciers („expediting”), kwaliteitscntrole, keuring, afname („Inspection”), factuurcntrole, verzamelen van tekeningen van leveranciers en bedienings- en onderhoudsvorschriften („vendor print control”).

4.5. *Projectcntrole*

Dit onderdeel omvat het begroten, de planning/Scheduling en kostenbewaking van een project, alsmede de algemene kwaliteitscntrole op de toegepaste Engineeringprocessen.

4.6. *Montage*

Deze hoofdgroep omvat de begeleiding van en cntrole op de montage tijdens de bouw- en uitvoeringsfase en zal doorgaans dezelfde disciplines omvatten als bij de engineering, zij het op kleinere schaal.

4.7. *Automatisering*

Deze omvatten de dienstverlening in brede zin met betrekking tot deelaspecten van computertoepassingen op het ingenieursbureau.

4.8. *Administratie*

Deze omvat in het algemeen de ondersteunende diensten ten behoeve van het ingenieursbureau, bijvoorbeeld Boekhouding, Personeelszaken, Secretariaat, Algemene Diensten zoals Reproductie, Interne post, Informatie technologie etc. .

Het voorgaande geeft slechts een globale indicatie van een organisatiestructuur van een ingenieursbureau.

In de praktijk blijkt dat elk engineeringbureau weliswaar in grote lijnen deze opzet volgt, doch dat elk bureau meestal een eigen specifieke organisatievorm heeft ontwikkeld.

5. Typen projectorganisatie

Ten behoeve van de projectorganisatie zijn de voornaamste mogelijkheden:

- De matrix-organisatie.
- De organisatie opgezet voor een specifiek project („task force”).

5.1. Matrix-organisatie

Het kenmerk van de matrix-organisatie is dat iedere projectmedewerker een tweeledige verantwoordelijkheid heeft, namelijk enerzijds hiërarchisch naar zijn directe afdelingshoofd en anderzijds de projectgerichte, functionele verantwoordelijkheid binnen zijn vakgebied voor één of meerdere projecten.

Hoe de medewerker zijn werkzaamheden verricht wordt bepaald door zijn afdelingschef, wannéer en wát hij verricht wordt bepaald onder verantwoordelijkheid van de projectmanager.

Indien de medewerker inzetbaar is voor meerdere projecten leidt dit tot een meer efficiënte en consistente taakvulling, het nadeel kan zijn wanneer deze projecten op het zelfde moment extra aandacht vragen.

Tabel 2. afdelingshoofd bepaalt welk personeel inzetbaar is voor welk project

	Project 1	Project 2	Project ..	Project 10
Afdeling A	A1&A3		A2	A1
Afdeling B	B1	B2&B1	B3	B4
Afdeling C		C1	C5	
Afdeling1	..1		..9
Afdeling Z	Z1&Z2		Z3	

5.2. Task force

Het kenmerk van de „taskforce”-organisatie is een éénledige verantwoordelijkheid, namelijk voor één, over het algemeen groot, specifiek project.

De project manager bepaalt met betrekking tot een medewerker in deze organisatievorm zelfstandig te allen tijde het wat, hoe en wanneer. Derhalve is een medewerker die in een „task-force”-organisatie is ingezet, niet tegelijkertijd beschikbaar voor andere projecten. Dit kan nadelig zijn voor de capaciteit van zijn afdeling. Een dergelijke organisatievorm wordt slechts toegepast bij omvangrijke projecten.

Tabel 3. Project Manager bepaalt wie, welk en wanneer personeel inzetbaar moet zijn voor het project

	Project Manager		
	Start fase	Piek fase	Afloop fase
Afdeling A	A1	A1,A2,A3	A2
Afdeling B		B1,B2	
Afdeling C	C1,C2,C3		C3
Afdeling . .	.1	.1 ~ .15	.2 ~ .3
Afdeling Z	Z1,Z2	Z1,Z2,Z3,Z4	

Speciale aandacht is nodig met betrekking tot de bezetting van de individuele medewerkers: tijdens aan- en uitloop van het project kunnen zij over- of onderbezet zijn, hetgeen bij de aanloop vaak niet te vermijden valt. Bij de uitloop dient project management met betrekking tot de personeelsbezetting alert te reageren om ongewenste kosten te voorkomen.

6. De engineeringkosten

Hoe men de engineeringwerkzaamheden ook denkt te realiseren, elke arbeid, door wie ook verricht, moet worden gehonoreerd.

Dit geldt ook wanneer een leverancier een deel van de engineering verricht.

Alleen is soms moeilijk vast te stellen hoe de verrekening van de kosten in feite (is) geschied(t).

Om misverstanden zoveel mogelijk te voorkomen is het bestuderen van het navolgende voorbeeld van een globaal kosten patroon nuttig.

6.1. Globaal kostenpatroon

- A. Kosten van de proces know-how.
 - A.1. Kosten van de proceslicenties en speciale katalysatoren.
 - A.2. Kosten voor het maken van processchema's en procesomschrijvingen, alsmede de kosten van adviezen van deskundigen (intern en/of extern).
 - A.3. Eventuele kosten van de licentie houder voor het controleren specifieke onderdelen van het gedetailleerde ontwerp.
 - A.4. Assistentie van de licentie houder gedurende de commissie-ning en de start-up van de fabriek.

F1005-14 Het ingenieursbureau

- B. Kosten die de opdrachtgevende onderneming zelf moet maken.
 - B.1. Keuze van het proces, de vestigingsplaats, enzovoort.
 - B.2. Verkrijgen van vergunningen (bouw, milieu, hinderwet etc.).
 - B.2. Kosten van eigen projectadministratie.
 - B.3. Projectbegeleiding.
 - B.4. Aanloop-/startkosten.
 - B.5. Reserve onderdelen (capital spares).
 - B.6. Opleiding van personeel (operators en veiligheids personeel).
 - B.7. Aanpassingen van de infrastructuur op de vestigingslocatie, i.e. toegangswegen, gebouwen, uitbreiding van utilities systemen etc..
 - B.8. Het noodzakelijke werkkapitaal.
- C. Kosten die het ingenieursbureau in rekening brengt.
 - C.1. Ingenieursarbeid, berekeningen, begroten, stroomschema's.
 - C.2. Tekeningen, bestekken, specificaties.
 - C.3. Inkoop van materialen en/of diensten.
 - C.4. Inspectie en keuringen, „expediting”.
 - C.5. Planning en budgetbewaking.
 - C.6. Bouw- en montagetoezicht.
 - C.7. Financiële eindafwikkeling, administratie.
- D. Kosten die de leverancier/aannemer in zijn prijs opneemt.
 - D.1. Directie, leidinggeven, administratie.
 - D.2. Detailtekenwerk noodzakelijk voor de fabricage van de onderdelen, berekeningen, fabricage, samenstellen werkplaatsdossiers en keuringscertificaten.
 - D.3. Inkoop van materialen en diensten van gespecialiseerde onderaannemers.
 - D.4. In- en extern transport naar de bouwplaats.
 - D.5. Opslag en magazijnkosten voor het ontvangen van goederen op de bouwplaats.
 - D.5. Stellen en monteren met behulp van de hiervoor noodzakelijke apparatuur en gereedschappen.
 - D.6. Directe arbeidslonen plus sociale lasten en reiskosten naar de bouwplaats.
 - D.7. Voorzieningen op de bouwplaats welke noodzakelijk zijn om de werkzaamheden zo efficiënt mogelijk te laten verlopen.
 - D.7. Materialen, apparatuur en eventuele invoerrechten.

6.2. *Inhoud van de investering*

Bovengenoemde kosten vormen tezamen de totale stichtingskosten. Deze komen lang niet altijd overeen met wat wordt samengevat onder het begrip investering.

Hierdoor ontstaat reeds een misverstand wanneer men het heeft over de engineeringskosten als percentage van de investeringen. Zijn dat de investeringen in- of exclusief de engineeringskosten? Ook het al of niet inbegrepen zijn van „off-sites” kan verwarring veroorzaken.

Het is gebruikelijk dat de aanloopkosten van de grond waarop gaat worden gebouwd niet meetellen als deel van de investering en veelal ook niet de infrastructurele voorzieningen die buiten het eigenlijke proces gemaakt moeten worden. De kosten van het bouwrijp maken meestal wel en grondsanering weer niet.

Soms wordt onder investering alleen verstaan hetgeen is begrepen onder punt D. Een betere benaming voor deze groep is *directe investeringskosten*; globaal omvatten deze echter slechts 65% van de totale stichtingskosten voor bijvoorbeeld een petrochemische fabriek.

Binnen het hier gegeven kostenpatroon kunnen alle mogelijke verschuivingen plaatsvinden. Zo is het denkbaar dat de gehele inkoop door de ondernemer zelf wordt verricht, wat voor de ondernemer aantrekkelijk kan zijn in verband met het behalen van kortingspercentages, maar voor het ingenieursbureau extra werk kan betekenen, daar alle veranderingen aan tekeningen en/of specificaties via de inkoop organisatie van de klant dient te verlopen. Zo is het ook mogelijk en, in verband met de beschikbare bouwtijd en door lange levertijden, dikwijls noodzakelijk, dat de opdrachtgever zelf alleen de belangrijkste materialen en apparaten bestelt en die aan de contractor ter beschikking stelt.

Het is niet zo moeilijk een opstelling te bedenken waarbij het ingenieursbureau niet nodig lijkt te zijn. Dit kan eenvoudig door de posten onder C te verdelen over B en D. Het is echter een misverstand te menen dat men daarmee de engineeringskosten kan ontgaan.

Men mist in zo'n geval wel de kennis en de hulpmiddelen die in het algemeen een ingenieursbureau ter beschikking staan.

De beslissing ten aanzien van „wie gaat wat doen”, zal men laten afhangen van de werkbezetting van de eigen medewerkers en de behoefte aan inbreng van ervaring van derden bij het ontwerpen en bouwen door derden (zie hiervoor tevens B.3).

6.3. Werkverhouding opdrachtgever/ingenieursbureau

In de procesindustrie is het vaak zo dat specifieke processen en de daarbij behorende kennis en ervaring, het eigendom zijn van grote bureaus. Deze zijn dan meestal tevens contractor, zodat dan A en D onder C vallen.

Een bureau dat geen contractor is moet duidelijk voor ogen houden hoever het moet gaan met de detail engineering. Dit hangt voornamelijk af van de capaciteiten van de leverancier/aannemer die men wil inschakelen.

Te ver doorgevoerde detaillering kan leiden tot onnodige kostenverhoging aan de kant van het ingenieursbureau, aangezien men dan al gauw op het terrein van de leverancier komt (D.2) wanneer deze gewend is volgens eigen standaardisatie te werken en dus toch zijn eigen tekeningen moet maken.

De opdrachtgever dient er ook op toe te zien dat in zijn bedrijf geen activiteiten plaatsvinden die reeds aan een ingenieursbureau zijn toedgedacht.

Dit is niet alleen een zaak van dubbele kosten, maar meer nog van verantwoordelijkheden. Door het stellen van te hoog opgevoerde eisen (meestal gedurende de projectfase) aan zowel de materiële uitvoering van het project als aan het tekenwerk, wordt de kostprijs onnodig hoger.

Toch gebeurt dit soms en het is de voortdurende zorg zowel van de leiding van het engineeringsteam als van de vertegenwoordiger van de opdrachtgever om hiertegen stelling te nemen. Dit verschijnsel is bekend onder het begrip „gold plating” en heeft menig project bij oplevering economisch twijfelachtig gemaakt.

Het is nuttig het engineeringsteam zoveel mogelijk de vrije hand te laten. Een goed team met veel ervaring komt dan beslist met meer rationele oplossingen. (Daarbij dienen de investeringskosten, levensduur, bedrijfszekerheid, onderhouds- en bedieningskosten tegen elkaar te worden afgewogen, een benadering ook wel met „life cycle costs” aangeduid.)

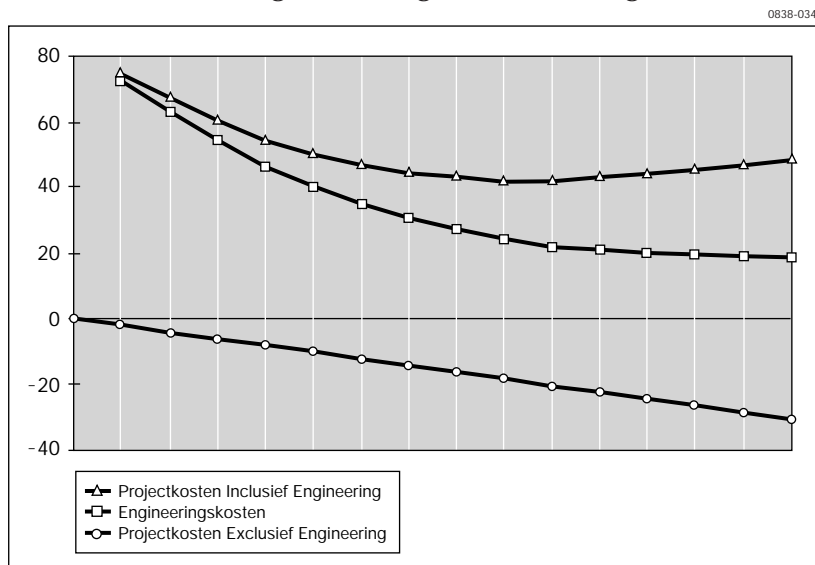
In het algemeen kan worden gesteld dat bij een goede samenwerking van opdrachtgever en ingenieursbureau laatstgenoemde in staat geacht moet worden meer dan zijn eigen kostprijs te besparen waarbij dan bovendien een beter doordachte en aan het doel beantwoordende installatie het resultaat zal zijn.

Los van hetgeen hiervoor is betoogd moet niet worden vergeten dat in tijden van sterke looninflatie de engineeringkosten als percen-

tage van de investering stijgen. Dit is voor een aantal ingenieurbureaus de reden geweest om een gedeelte van hun ontwerp in de zogenaamde lage lonen landen te laten verrichten. Tevens hebben de huidige technische software ontwikkelingen ook een effect op de manier van werken van de bureaus. Daarnaast is er de voortdurende tendens om steeds meer te detailleren alvorens een contractor een opdracht te verstrekken. De contractor zal een scherpere prijs kunnen indienen en het aantal bouwplaatsorders zal geringer zijn dan in het geval van een minder gedetailleerd tekeningenpakket. In belangrijke mate is dit een gevolg van het steeds complexer worden van industriële processen en van de niet aflatende roep om verkorting van de bouwtijd.

Verder worden steeds meer niet puur technische disciplines ingeschakeld in de ontwerp-fase van projecten. Te denken valt aan kwaliteitssystemen, arbo-aspecten, juridische begeleiding, „vergunning-engineering” etc. .

Ook voor de beoordeling van financiële en economische consequenties wordt steeds meer de hulp ingeroepen van binnen het ingenieurbureau aanwezige deskundigheid (de cost engineer).



Figuur 1. Optimale combinatie van investeringen en engineeringskosten.

De grotere omvang van het engineeringspakket verhoogt uiteraard de kosten van deze dienstverlening.

Verwacht mag worden dat in dit geval de totale investeringskosten bij gelijkblijvende kwaliteit en bouwtijd lager zullen uitvallen. Dit heeft andermaal als consequentie dat het percentage engineeringkosten zal stijgen.

Bedrijfseconomisch geredeneerd kan worden gesteld:

Gestreefd moet worden naar een optimale combinatie (zie fig. 1), waarbij de marginale engineeringkosten gelijk zijn aan de marginale projectkosten exclusief engineering. Het zal duidelijk zijn, dat het vinden van dit optimale punt in de praktijk moeilijkheden zal opleveren.

6.4. Kosten

Engineeringkosten vormen in principe op een begroting een indirecte kostenpost. In deze beschrijving worden deze echter toch onderverdeeld in directe en indirecte kosten dit om de samenhang van een aantal kostenplaatsen duidelijk te maken.

Om de kostprijs van de eigenlijke engineering, zoals die hiervoor is omschreven, beter te kunnen doorgronden is een nadere analyse nuttig. Deze kostprijs valt uiteen in twee hoofdgroepen, te weten:

De directe engineeringkosten

- Dit zijn alle kosten die aanwijsbaar samenhangen en veroorzaakt worden door het project. Deze kosten kan men meestal onderverdelen in loon en materiaal kosten.

De indirecte engineeringkosten (overhead)

- Dit zijn de algemene kosten die moeten worden gemaakt om de engineering organisatie in stand te houden maar die niet direct aan een bepaald project kunnen worden toegerekend.

Tot de directe loonkosten behoren de lonen van bijvoorbeeld tekenaars, constructeurs en ingenieurs. Door ons huidige sociale premiestelsel kan een gedeelte van deze sociale premies door sommige bedrijven als overhead beschouwd worden. Het verschil tussen betaalde dagen per jaar en gewerkte dagen per jaar, welke per jaar variëren en welke veroorzaakt wordt door feestdagen en vakanties word door het een bureau als overhead gezien terwijl een ander bureau het verwerkt in zijn directe loonkosten.

Tot de directe materiaal kosten horen de uitgaven terzake van reis en verblijfkosten, reproductie, telefoon en faxkosten, algemene com-

puterkosten, gebruik van 2D & 3D CAD systemen, specialistische computer toepassingen, schaalmodellen, aparte kantoren voor de klant, etc..

Het is van belang te beseffen dat wanneer het project in het buitenland gebouwd gaat worden dat de reis en verblijfkosten een substantieel deel van de materiaalkosten kunnen vormen, vooral wanneer het project in geïntegreerd een bestaande installatie wordt.

Tot de indirecte kosten behoren ongetwijfeld de kosten van de directie, verkoopsorganisatie, boekhouding en de personeelsafdeling, alsmede die voor huisvesting, onderhoud, facilitaire voorzieningen, verzekeringen, afschrijving van meubilair, etc..

De indirecte kosten worden gewoonlijk als algemene kosten (overhead) aan de directe kosten toegerekend, meestal in de vorm van één of meer procentuele toeslagen op de loonkosten.

Wat precies tot de directe of indirecte kosten wordt gerekend, verschilt echter in de praktijk van bureau tot bureau, zodat de nodige voorzichtigheid in acht moet worden genomen bij bijvoorbeeld vergelijkingen van engineeringoffertes op basis van directe loonkosten met een apart percentage overhead.

Een lagere overhead behoeft niet zonder meer te betekenen dat de totale kostprijs het laagst zal zijn. Het probleem is namelijk te komen to een realistisch gemiddeld uurtarief van de directe lonen.

Een voorbeeld waarbij wordt uitgegaan van twee gelijkwaardige bureaus, kan dit verduidelijken.

Tabel 4. Overhead kosten.

	Bureau A	Bureau B
Directe basis lonen	100	90
Sociale Lasten (50%)	<u>50</u>	<u>45</u>
Directe loonkosten	150	135
Materialen	<u>20</u>	<u>20</u>
Totale directe kosten	170	155
Overhead over de loonkosten		
Bureau - A (80%)	120	
Bureau - B (90%)		122
Winst over het totaal 5%	<u>15</u>	<u>14</u>
Relatief totaal	305	291

Hieruit blijkt dan dat in dit geval het bureau met de lagere overhead toch duurder kan zijn.

Door de huidige globalisering van de engineerswerkzaamheden waarbij de ingenieurs bureaus een gedeelte van hun werkzaamheden elders laten uitvoeren dient men ook te weten welke werkzaamheden in lage lonen landen wordt gedaan, en hoe dit verrekend wordt. In deze landen gelden andere sociale systemen en arbeidseffectiviteit.

De beste mogelijkheid om de vergelijkbaarheid tussen de verschillende aanbieders te bevorderen is het vragen naar „all in” uurtarieven voor verschillende functies, waarbij in deze uurtarieven alle indirecte kosten worden opgenomen. De verrekening geschiedt dan alleen via aantallen gewerkte uren. Bij het uitvoeren van het project heeft men dan tevens het grote voordeel dat de administratie en de controle veel simpeler is.

Ter illustratie wordt in tabel 5 aangegeven hoe drie verschillende ingenieursbureaus ook drie verschillende opvattingen kunnen hebben over verdeling van de kosten. Voor het afrekenen van de kosten van engineering zijn een groot aantal methoden ontstaan.

In de hierna volgende tabel is voor verschillende bureaus aangegeven hoe men kosten plaats kan toewijzen waardoor gedetailleerde vergelijkingen moeilijk kunnen zijn

- L = Loonkosten
- M = Materiaalkosten
- I = Indirecte kosten (Overhead)

Tabel 5. Voorbeelden kostenverdeling

	A			B			C		
	L	M	I	L	M	I	L	M	I
Projectleiding	x			x			x		
Proces engineering	x			x			x		
Mechanische engineering	x			x			x		
Elektrotechnische engineering	x			x			x		
Instrumentatie engineering	x			x			x		
Civieltechnische engineering	x			x			x		
Bouwkundige engineering	x			x			x		
Overige specialisten	x			x			x		
Begroten en kostenbewaking	x			x			x		
Inkoop			x	x			x		
Voortgangscontrole			x	x			x		
Planning, Projectdienstverlening	x			x		x			
Afdelingschefs			x	x			x		

	A			B			C		
	L	M	I	L	M	I	L	M	I
Typisten en Klerken			×	×			×		
Sociale lasten			×	×					×
Gratificaties			×	×					×
Directie			×			×			×
Boekhouding			×			×			×
Bedrijfshuisvesting			×			×			×
Projecthuisvesting									
Promotie en acquisitie			×			×			×
Reis- en verblijfkosten		×		×					×
Reproductie		×				×			×
Personal Computer	×				×				×
2D & 3D CAD Systemen		×			×				×
Telefoon en Fax	×					×	×		×
Schaalmodellen	×			×					×

De engineeringkosten voor een (petro)chemische installatie bedragen zeer globaal 8-30% van de investeringskosten, afhankelijk van het projecttype (nieuwbouw, verbouw, bestaand proces, new proces, etc.), complexiteit, locatie, kwaliteit van de beschikbare informatie, gekozen contractsvorm(en).

Een voorbeeld van een globale onderverdeling qua kosten naar de engineeringdiscipline wordt gegeven in de hierna volgende tabel:

Tabel 6. Globale kosten verdeling

	% van de totale Engineeringkosten			% van de Investing	
	Laag cijfer	Av cijfer	Hoog cijfer	Laag cijfer	Hoog cijfer
Proces engineering	1.2	3.5	8.7	0.2	1.6
Project Management, Cost Engineering, Planning	6.2	10.5	14.5	0.9	2.6
Werktuigkundige engineering, algemeen, speciale apparatuur	28.9	40.5	54.0	4.1	9.8
Civiltechnische engineering	2.1	9.5	28.5	0.3	5.2
Elektrotechnische engineering	2.6	10.0	19.1	0.4	3.5
procesautomatisering/besturing	2.0	4.5	8.2	0.3	1.5
Keuringsdienst en reis en verblijfkosten	7.1	10.5	15.6	1.0	2.8
Montage toezicht	5.6	11.0	17.7	0.8	3.2
		100.0		8.0	30.2

Deze cijfers geven alleen bepaalde standaard gemiddelden weer en zijn afhankelijk van de werkelijke werkzaamheden die gedaan moeten worden. Men dient voor ieder project de volgende vragen te stellen:

Is dit project een:

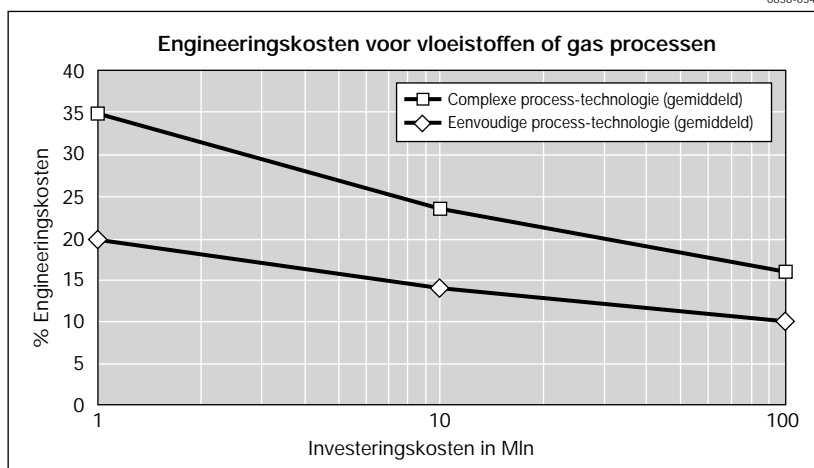
- Geheel nieuwe installatie;
- Nieuwe installatie met integratie in bestaande units;
- Aanpassing van een installatie;
- Installatie waarbij speciale overheids-, klanten- en of omgevings-eisen van toepassing zijn?

Welke engineeringsonderdelen zijn:

- Meer als normaal;
- Minder als normaal;
- Welke onderdelen hebben al een portie engineering in hun werkzaamheden.

Gewaarschuwd wordt voor verkeerde conclusies in die gevallen waar de totale engineeringkosten slechts ten dele zichtbaar zijn onder meer vanwege de verwevenheid met andere kosten, waardoor de engineeringkosten bij de meeste ingenieursbureaus verschillend worden samengesteld.

0838-0349



Figuur 2. Engineeringkosten als procenten van de investeringskosten en complexiteit.