

At træffe det rette valg

White Paper

At træffe det rette valg (at vælge det rette befæstelseselement i designfasen)

af Francis Khoo

Engineering Manager
Bossard Asia Pacific

www.bossard.com



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

AT TRÆFFE DET RETTE VALG

Introduktion

White paperet "At træffe det rette valg" vedr. befæstelseselementer henvender sig primært til ingeniører der beskæftiger sig med valg af befæstelseselementer. Forfatteren håber således at kunne hjælpe både nyuddannede og erfarne ingeniører inden for forskellige brancher med at træffe det rette valg.

Bemærk, at hvert enkelt af de diskuterede emner, kravspecifikationer og karakteristika vedr. befæstelseselementer kun er en introduktion til emnet. Designingeniører og teknikere, der beskæftiger sig med samlinger vha. befæstelseselementer, kan træffe beslutninger baseret på tidligere designs og/eller andre produkter. Hvis produktet har gennemgået mange ændringer og opgraderinger, kan det oprindelige designvalg dog vise sig ikke længere at være det mest optimale. En gennemgang af designbehovene vil være tilrådeligt. Ved at træffe beslutninger baseret på andre lignende produkter, risikerer man at overse innovative designfaktorer (nye løsninger), der måske ikke er blevet overvejet, og som ville være vigtige.

Befæstelseselementers primære funktion at gøre samling og vedligeholdelse lettere. Ellers ville andre løsninger, såsom nitning, lodning eller svejsning, for at nævne nogle få, være tilstrækkelige. Forfatteren vil forsøge at opbygge dette white paper, så de indeholder oplysninger om både produktdesignpraksis og tænkte processer vedr. valg af befæstelseselementer, så produktiviteten forbedres og risici minimeres.

Udfordringer

De nuværende produkter, vi kender i dag, kan spænde fra kasserbare (smid væk/genbrug) produkter til produkter, der kræver daglig vedligeholdelse. For eksempel kan et stykke legetøj hvis det går i stykker kasseres og afleveres til genbrug. I modsætning vil et fly, der servicerer tusindvis af passagerer kræve, at jordpersonellet og piloten kontrollerer flyets tilstand før take-off.

Der tages typisk først hensyn til befæstelseselementer i de sidste trin i designprocessen, efter der er blevet taget stilling til de primære design-funktionaliteter. Dette vil ofte føre til begrænset plads for befæstelseselementet, hvilket medfører brug af ikke-industrielle standard-befæstelseselementer, i branchen almindeligvis kendt som "special-befæstelseselementer".

Ikke øvede produkt-konstruktører skal i praksis sikre, at produktet vil opfylde dets primære funktioner. Hvis samling vha. befæstelseselementer er nødvendig, vil følgende relevante karakteristika og informationer vedr. basale befæstelseselementer typisk være en god begyndelse:

- Materiale
- Størrelse

Det næste trin melder sin ankomst, når produktets design modnes. Informationer om befæstelseselementer bør udvikle sig til følgende. Yderligere information om industrielle standarder er desuden god praksis.

Informationerne kan indhentes fra forskellige kilder:

- Befæstelseselementets type
- Befæstelseselementets styrke
- Materiale- og korrosionsbeskyttelse

Nedenfor ses et eksempel på en tilstrækkelig beskrivelse af et befæstelseselement, som en leverandør vil være i stand til at forstå og ud fra hvilken indkøbspersonale vil være i stand til, at bestille et sådant befæstelseselement. "Billedet og tilhørende attributter for befæstelseselement" indeholder en detaljeret beskrivelse af en bolt med udvendig sekskant (Hex). En af de typiske misforståelser i citering af industrielle standarder såsom DIN 933 er, at de ikke i tilstrækkelig grad beskriver kravene til befæstelseselementer. DIN 933 angiver for eksempel kun befæstelseselementets generelle dimensioner. Standarden omfatter ikke slutproduktets styrke og overfladebehandling.

Produktinformation og tegninger er tilgængelige i form af standardkataloger. Bossard-kataloget indeholder for eksempel detaljeret teknisk information om produkter. Befæstelseselementer er korrekt mærkede med tydelig teknisk information. Derudover er relaterede industrielle standarder, forventninger og applikationstekniske oplysninger fremhævet i det tekniske afsnit.

Highlights

- Kaldet "Den Blå Bibel"
- Omfatter mere end 50.000 produkter
- Vægt ~ 2 kg
- Mere end 1.120 sider
- Har 15 sektioner

Teknologiske fremskridt har muliggjort brugervenlige designsoftware, hvori tilgængelige tegninger af befæstelseselementer kan indsættes direkte i samlingsdesigns uanset CAD-plattform.

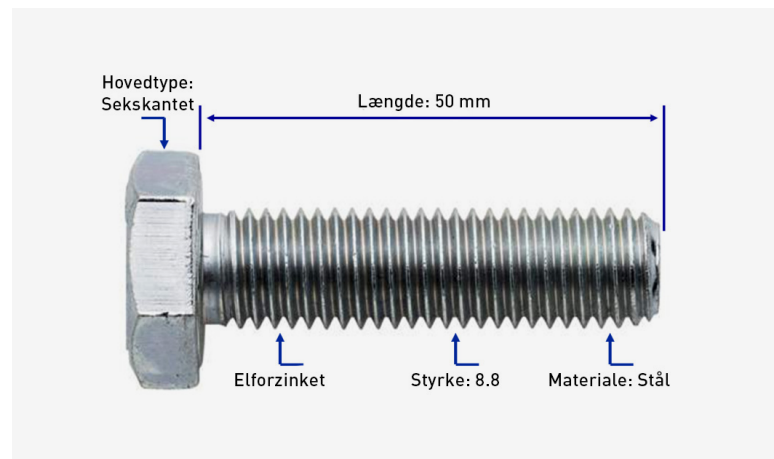


Fig. 1: M10-bolt med udvendig sekskant, DIN 933, 50 mm, Styrke 8.8, Elforzinket



Fig. 2: Bossard-kataloget

Eksempler på mulige forhåndsvisninger i Bossard CAD:



Fig. 3: Forhåndsvisning med mulighed for zoom

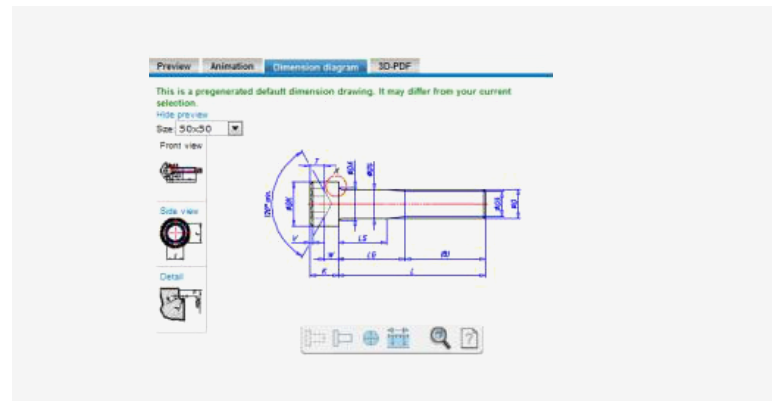


Fig.4: 2D-tegning roteret

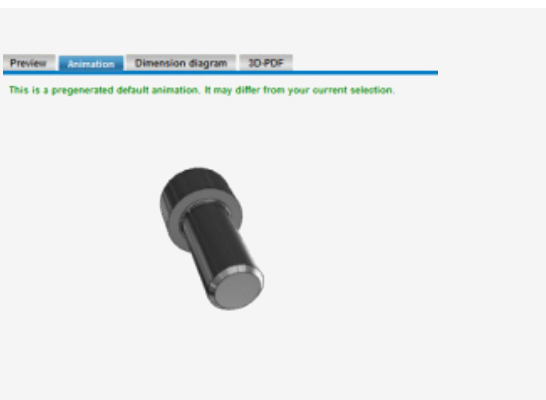


Fig. 5: Roterende forhåndsvisning



Fig. 6: PDF-fil med 3D-visning

Efterfølgende hensigtsmæssige eller nødvendige overvejelser:

Miljøkrav, såsom produktbortskaffelse, WEEE, begrænsning af skadelige substanser, RoHS m.fl.

- Masseproduktionsværktøjer
- Nem vedligeholdelse
- Sikkerhed og risici
- Løsdrejning fra/af samlingen

Fremgangsmåden for valg af et befæstelseselement vil ofte være baseret på løbende procesbeslutninger. Endnu vigtigere er, at valget af samling, tages i betragtning i designfasen og ikke udsættes til den sidste fase, hvor den tilgængelige plads kan blive en bekymring.

At være bekendt med den endelige produktionssituation vil også være medvirkende til at træffe de rette beslutninger. For eksempel tilgængeligt værktøj, kapacitetsbegrænsninger, kalibreringsprocesser m.fl.

Nogle befæstelseselementer er ved samling designet til at imødekomme både masseproduktion og vedligeholdelse. Nedenstående eksempel er et typisk befæstelseselement, der anvendes i elektriske produkter. Det kan bemærkes, at kærven i befæstelseselementet er designet til at imødekomme både masseproduktion og vedligeholdelse på steder, hvor værktøjer ikke er lettilgængelige. I dette tilfælde kunne en lille mønt være tilstrækkeligt.

Befæstelseselementet er designet til at holde to dele sammen og give mulighed for vedligeholdelse af produktet, hvor dette er en nødvendighed. Påfør ikke "større ansvar" til befæstelseselementer, end muligt. For eksempel høj forskydningskraft, forbindelsesled, væskeåbning m.fl. Der er forskellige løsninger, der er designet til dette, og hver løsning bør anvendes separat.

Fundamentale regler

- Befæstelseselementer skal altid være lig med eller bedre end de samlede dele
- Boltsamlinger må aldrig udgøre svage punkter
- Samlede befæstelseselementer bør altid være kontrollerbar og være mulige at udskifte

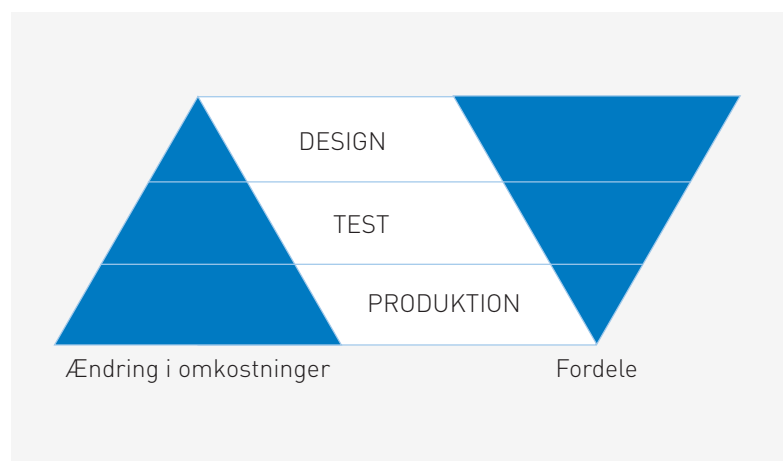
Især for samlinger skal reglerne "Befæstelseselementer skal altid være lig med eller bedre end de samlede dele" og "Boltsamlinger må aldrig udgøre svage punkter" huskes. Ligesom det også gør sig gældende for svejsesamlingsprincipper. Og samlede befæstelseselementer bør altid være kontrollerbare og muligt udskiftelige. I henhold til gængse designprincipper og af sikkerhedsmæssige grunde er det vigtigt, at det er muligt at kunne vedligeholde kritiske samlinger med få eller ingen yderligere proceskrav. Forfatteren er bekendt med inspektionsprocesser af kritiske samlinger, der



kræver 25 mandetimer til afmontering af dele for, at få adgang til kritiske samlinger med henblik på vedligeholdelse. I bagklogskabens klare lys, kender vi alle til designs, der absolut kunne have været bedre udført.

De ofte oversete krav til befæstelseselementet eller den utilstrækkelige hensyntagen til befæstelseselementet i designfasen, kan føre til lav ydelse med høje omkostninger som følge af ændringskrav, når nye produkter frigives til produktion.

Denne argumentation er uddybet i nytteværdiberegningsdiagrammet. Hensyntagen til overordnede designkrav i de indledende trin af designprocessen, herunder befæstelsesløsninger, ville forhindre unødvendige ændringer og omkostninger på lang sigt.



AT TRÆFFE DET RETTE VALG

Tilgængelighed

Anvendelse af befæstelseselementer som en teknisk løsning har været en realitet i branchen i årtier. Fremstillingsprocesserne er blevet optimeret og vil fortsat blive optimeret med henblik på at sikre den teknisk og mest økonomiske løsning.

I praksis, og hvor det er muligt, bør der altid gøres brug af industrielle standardbefæstelseselementer. Fordelene er talrige, kendte karakteristika, tilgængelighed, tilgængelige leverandører, god leveringstid og udbyttelighed for at nævne nogle få eksempler. Praksis og erfaringer har vist, at op til 70 % af affaldet fra brugen af standarddele kan spares/genanvendes til forskel fra brug af specialdele. Og dette omfatter endda ikke omkostningerne for miljøet.

En anden god grund til at bruge industrielle standardbefæstelseselementer, der ofte overses eller glemmes, er varsling af designændringer. Det er ikke usædvanligt at høre ingeniører udtrykke og bagatellisere behovet for varsling af designændringer vedr. befæstelseselementer - det er for billig en handelsvare til at gennemgå langsomme og dyre varslinger af designændringer. Processen og omkostningerne forbundet med varsling af designændringer er uafhængig af produktets pris, og deri ligger dilemmaet.

Køb af befæstelseselementer fra en pålidelig kilde er en udfordring. Den enkle eller "praktiske" grund til at bruge omkostninger som en foranstaltning kan ikke være den eneste løsning. Hvis køb af befæstelseselementer sker på engangsbasis, kan man ofte slippe af sted med det, men hvis der er tale om en konstant strøm af leverancer, er en pålidelig kilde en nødvendighed.

For designingeniører, der har ansvar eller medansvar for køb af produkter, skal være opmærksom på, at prototypeprodukter kan afvige fra masseproduk-

tionsprodukter. Produkternes leveringstid kan være en medvirkende faktor til denne forskel, for ikke at tale om bearbejdningsomkostninger.

Designingeniørens primære ansvar er at designe et funktionelt og godt produkt, der opfylder markedets behov. Der er forskel på godt design, en god løsning og gode dele. Hvis delene er gode, men løsningen er ikke så god, er der stadig en god chance for succes. Hvis løsningen er god, men delene har en ringe eller inkonsistent kvalitet, vil chancen for succes være reduceret eksponentielt. Lad ikke en god løsning gå på kompromis med sjuskede dele. Særligt komponenter (C-varer), der er billige, og dermed bidrager til mindre end 5 % af de samlede produktomkostninger. De er ikke den dyre ingeniørs tid værd.

En anden vigtig overvejelse er, at designingeniører er nødt til at tage til efterretning, at produktet eller løsningen på designstedet, ikke nødvendigvis er tilgængelig på masseproduktionsstedet. Omkostninger til at foranledige (medvirke til) en sådan tilgængelighed bør således tages i betragtning.

Diagrammet "Maskinbearbejdet eller smedet" nedenfor angiver de omkostninger, der pådrages ved maskinbearbejdede befæstelseselementer versus koldformede befæstelseselementer. Det oplagte er måske ikke indlysende, når hensyntagen eller fokus er ikke på plads. Det er tiden værd for designingeniører at overveje at bruge koldformede masseproducerede dele i modsætning til specialbearbejdede befæstelseselementer.

Maskinbearbejdede emner	Koldformedede emner
Små partistørrelser	Min. partistørrelse 100.000 til 300.000
Skarpe kanter	Høj produktionsgrad
Komplekse former	Næsten ingen spild
Ingen krydskærve	Ingen skarpe kanter
20-70% spild	Mindre komplekse former

Diagrammet "Reelle fremstillingsomkostninger" viser de reelle omkostninger for fremstilling af produktet. Dele til fremstilling af befæstelseselementet (C-varer) udgør ofte omkring 5 % af de samlede produktomkostninger. Anskaffelsesprisen kan imidlertid være op til 50 % af den totale aktivitet.

Designingeniøren kan ikke tage dette i betragtning som en del af ansvaret. Men det vil være en stor hjælp, hvis beskrivelserne af befæstelseselementerne er tydelige og udvælgelsen er baseret på branchestandarder. En anden uhåndgribelig størrelse er tilgængeligheden, denne bør være mere overskueliggjort og håndterbar. Sådanne befæstelseselementtyper til fremstilling af prototypebygning vil være mere pålidelige at benytte.

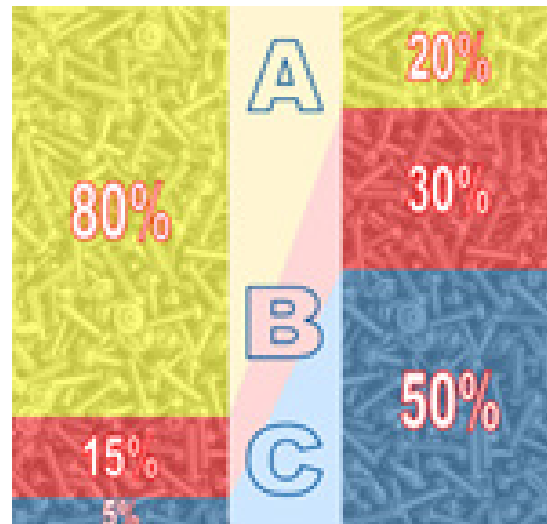


Fig. 7: A-varer: Høj værdi, små partistørrelser, lave anskaffelsesomkostninger, C-varer: Lav værdi, store partistørrelser, høje anskaffelsesomkostninger

AT TRÆFFE DET RETTE VALG

Beslutningen

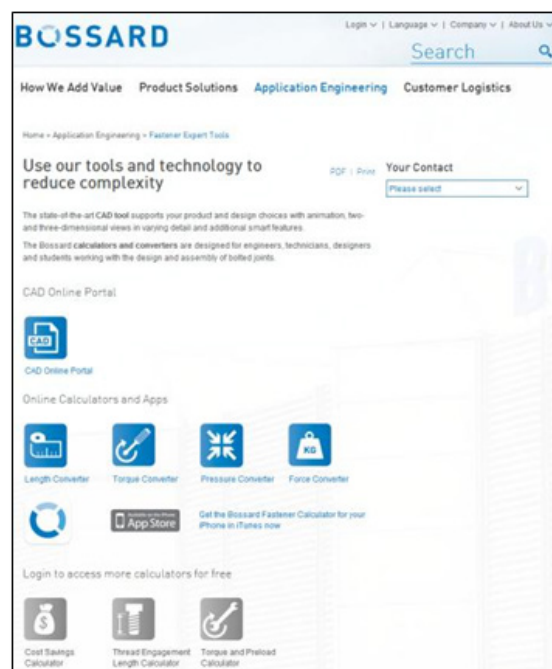
I designfasen vil de fleste produkter gennemgå relevante og omfattende af tests før produktfrigivelse. I takt med fremskridt inden for software og computerkraft, er testprocessen blevet reduceret til et minimum. Med de til tider stigende krav til hurtig lancering af produkter på markedet, gås der ofte på kompromis med testprocesser.

Forskelligt testudstyr er tilgængeligt, der hjælper med at sikre produktets samlingsintegritet.



Fig. 8: Testområde.

Tilgængelig på vores websted www.bossard.com og software er til rådighed i iTunes App Store, såsom opnået klemkraft- og momentberegnerne:



En anden mulig simulering, der kan udføres ved produksamling, er en "junkertest". Denne simulering vil vise, om der er løsdrejningsproblemer ved produksamling kan løses eller udbedres.

Den mest krævende beslutning for designingenøren er at bestemme produktets levetid med fokus på optimal korrosionsbeskyttelse. Med andre ord, hvor lang tid skal samlingen kunne fungere, før der opstår korrosion, hvilket sandsynligvis vil medføre produktfejl. Ofte vil rustfast stål være den enkleste løsning. I den aktuelle økonomiske situation vil brug af rustfast stål være en udfordring på grund af de høje omkostninger. At finde frem til kulstofstål med en optimal korrosionsbeskyttelse er en udfordring.

Risikoen for brintskørhed som følge af brug af højstyrke stål med korrosionsbeskyttelse bør overvejes og forvaltes med omhu.

Et andet beslægtet problem er behovet for underdimensionering af bolte eller overdimensionering af møtrikker for at sikre gode korrosionsbeskyttelsesegenskaber. Dette vil kræve, at der gås på kompromis med det oprindelige befæstelseselement. Bemærk ikke begge dele.

Tilbagemeldinger fra kunder er en vigtig kilde til oplysninger, der kan medvirke til identifikation af produktets svagheder, som kan anvendes med henblik på forbedringer.

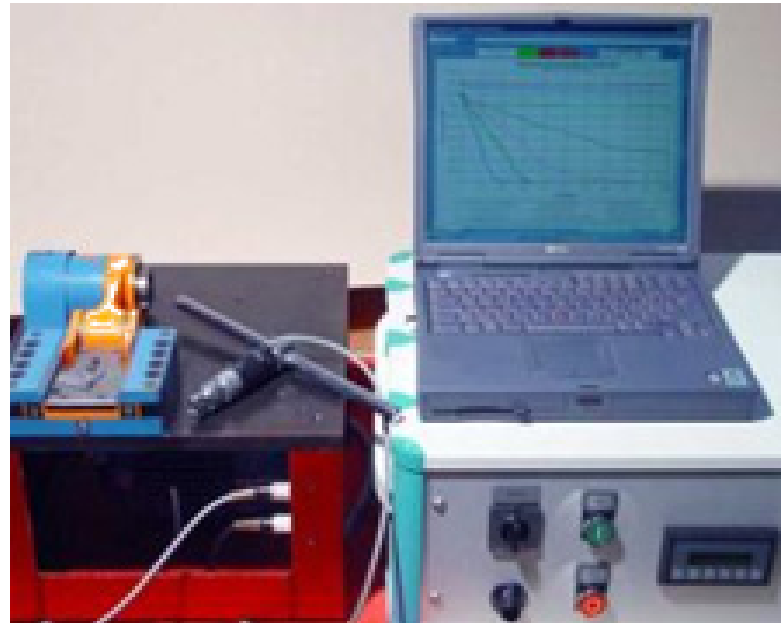


Fig. 9: Junker-test

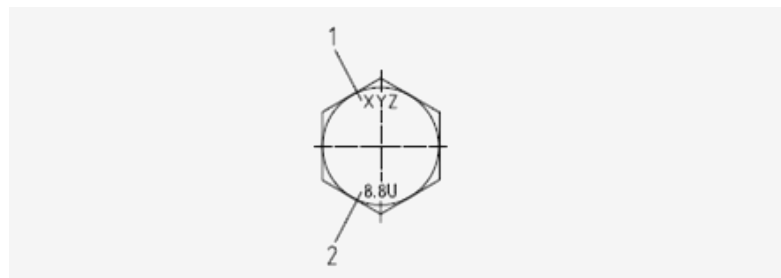


Fig. 10: Eksempel på mærkning af varmekorrodterede bolte og skruer med gevind underdimensioneret til klasse 6AZ før beklædning.

- 1) Producentens identifikationsmærke
- 2) Egenskabsklasse og yderligere mærkning

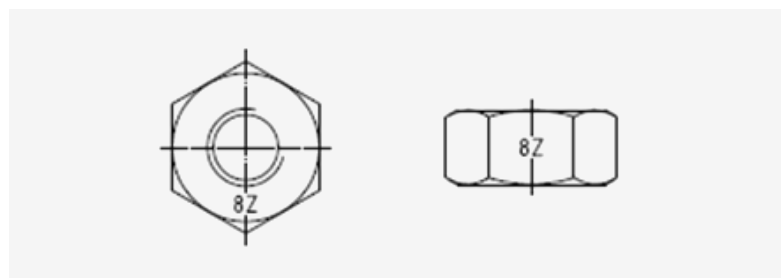


Fig. 11: Eksempel på mærkning af varmekorrodterede møtrikker overdimensioneret til position 6AZ efter beklædning.

AT TRÆFFE DET RETTE VALG

Opsummering

For at sikre, at industrielle standardelementer vil blive anvendt, skal befæstelseselementets anvendelsesformål og udvælgelse ikke være det sidste, der får designingeniørernes opmærksomhed i designprocessen. Der bør tages behørigt hensyn til den endelige samling, så fordelene før designfærdiggørelse og masseproduktion maksimeres.

Konklusion

Realiseringen af valget af et befæstelseselement til et specifikt anvendelsesformål er måske ikke så ligetil som man skulle tro fra første færd, og dette kan til tider være skræmmende. En god grundlæggende forståelse for forskellige anvendelsesformål for befæstelseselementer og korrosionsbeskyttelse er at foretrække. At træffe det rette valg bør baseres på løbende procesbeslutninger. Afprøvninger bør udføres for at sikre en optimal udvælgelse. Og dette kræver opmærksomhed og tid. Lyt til tilbagemeldinger fra branchen om produktets udformning. Vær fleksibel mht. efterspørgslen på markedet. Undlad at basere samling af produkter og løsninger på pris alene. Baser dem i stedet på de samlede besparelser i forbindelse med det endelige design. En enkeltstående produktkvalitet er ikke det samme som løbende forventninger til kvalitet. Indled et samarbejde med en anerkendt forhandler eller producent for at sikre en ensartet kvalitet. Dit design og dit produkt fortjener det, og dine kunder forventer det.

Kontakt en Bossard-medarbejder for yderligere information om Bossards services. Vores ingeniører kan hjælpe dig med at optimere dit design. Dette sikrer en økonomisk overskuelig løsning, reducerer risici og sikrer en optimal produktionstid.

Bossards ingeniører står klar til at udvikle en totalløsning, der passer til netop dit behov. Kontakt os for yderligere information om tilgængelige services m.m. og træf det rigtige valg.

AT TRÆFFE DET RETTE VALG

Viden om befæstelsesteknologi

1. Der findes ingen billige eller dyre befæstelseselementer eller efterbehandlinger
2. Der er kun omkostningseffektive designs, løsninger og metoder
3. Det billigste befæstelseselement kan blive det dyreste!

Om Bossards engineering-services

Bossard Engineering Services tilbyder forskellige former for teknisk service og support til designingeniører. Vi afholder interne seminarer om befæstelsesteknologier og -løsninger. Vores online-katalog og tekniske oplysninger kan hjælpe vores kunder med at træffe det rette valg vedr. befæstelseselementer.

Onlineværktøjer:

- **Tilspænding- og momentanalyseberegner**
Som reference er dette en god indledende beregning af samlingens opnået moment og den resulterende/opnået klemkraft.
- **Gevindskæring**
For bund gevindhuller er det ofte nødvendigt at sikre, at tilstrækkelige gevind er til rådighed for at forhindre en strapning af gevindet og tilstrækkelig med klemkraft, hvilket fører til en kortere gevindlængde, der er mere økonomisk.
- **Omkostningsbesparelsesberegner**
En oversigt over potentielle fremstillingsbesparelser for mange befæstelsesløsninger.
- **Omregnere**
Et brugbart værktøj til konvertering af resultaterne af din beregning til forskellige måleenheder. Et uundværligt værktøj for alle designingeniører.

Sidst men ikke mindst, kan alle disse værktøjer også downloades til din smartphone (iOS eller Android).



Hvis du har brug for yderligere hjælp eller har specielle krav til din applikation, kan du kontakte os på www.bossard.dk og vores ingeniører vil vende tilbage til dig.