

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i> STAVBA A PROVOZ STROJŮ	<i>Ročník:</i> DRUHÝ	<i>Vytvořil:</i> GARSTKA A.	<i>Datum:</i> 26.5.2013
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
KOVOVÉ A NEKOVÉ KONSTRUKCE			

Úvodem

Pod pojmem „konstrukce“ se v tomto případě myslí nosné části, které spojují jednotlivé strojní uzly do kompaktního provozuschopného celku. Příkladem mohou být rámy strojů, samonosné skelety automobilů nebo nosné skříně elektrických zařízení. Největší podíl nosných konstrukcí však připadá na stavebnictví, kdy je zastoupení strojních mechanismů v konstrukčním celku minimální nebo i nulové. Jedná se o skelety budov a hal, mosty, věže a stožáry nebo o zásobníky, sila a vodojemy. Jedná se tedy o poměrně širokou oblast, na kterou můžeme nahlížet z několika hledisek.

Rozdělení konstrukcí

Podle účelu

Konstrukce stavební

Vyznačují se menším nebo žádným zastoupením pohyblivých mechanismů. Většinou jsou větších rozměrů a montují se z připravených dílců na staveništi.

Konstrukce strojní

Slouží jako nosný prvek k uložení pohyblivých mechanismů. Rozměry jsou menší nebo střední, montáž probíhá obvykle v dílenských prostorech.

Výše uvedené rozdělení není vždy jednoznačné, zejména u velkých strojních zařízení, například v hutních provozech.

Podle materiálu

Kovové konstrukce

Kovy jsou nejčastějším materiálem, používaným dnes na nosné konstrukce. Nejvíce se uplatňuje ocel, případně litina, ale používají se i neželezné kovy, zejména slitiny hliníku.

Nekovové konstrukce (včetně kompozitních)

Použití nekovových materiálů do značné míry souvisí s průmyslovým oborem. Ve strojírenství se jedná hlavně o plasty a kompozitní materiály, ve stavebnictví se hojně využívají i dřevo a beton.

Kovové a nekovové konstrukce ve strojírenství

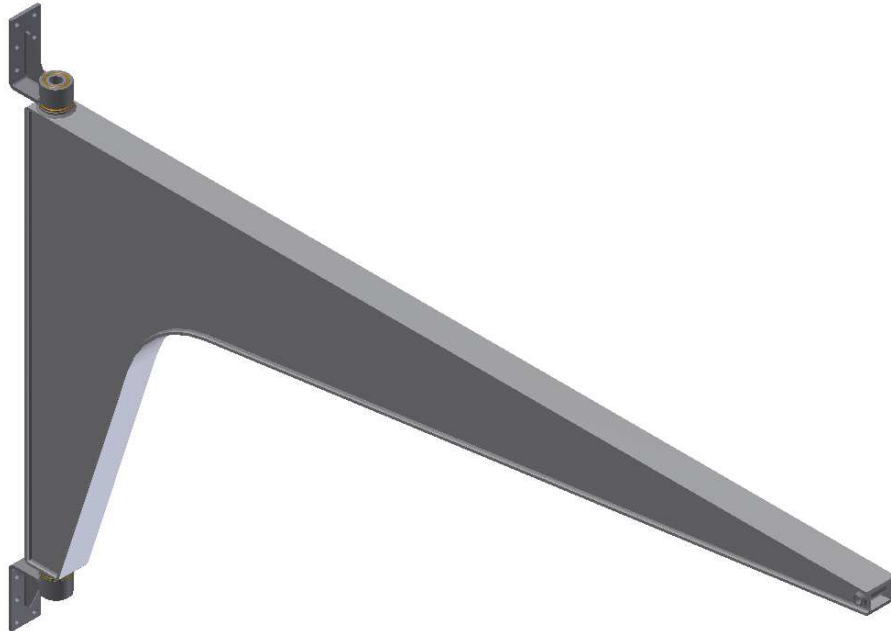
Koncepce strojních konstrukcí

K dosažení potřebné únosnosti a tuhosti v prostoru se konstrukce provádějí jako plnostěnné (případně rámové) nebo příhradové. Pro odlehčení se přitom pokud možno snažíme o duté průřezy s koncentrací materiálu co nejdále od neutrálních os (viz Mechanika – pružnost a pevnost, namáhání v ohybu a krutu). Důsledné využití tohoto principu představují tenkostěnné skořepiny – skelety.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Plnostěnné konstrukce

Plnostěnné konstrukce mají stěny, respektive stojiny, tvořeny plným plošným materiálem. Výhodou je kompaktní vzhled, snadná povrchová úprava a obvykle menší pracnost výroby. Uzavřené prostory a plné plochy lze využít k dalším účelům. Plnostěnné provedení je vyloženě vhodné pro malé konstrukce, ale používá se i u velkých celků. Na následujícím obrázku vidíte rameno výložníku, provedené jako plnostěnné, svařované z ocelových plechů:



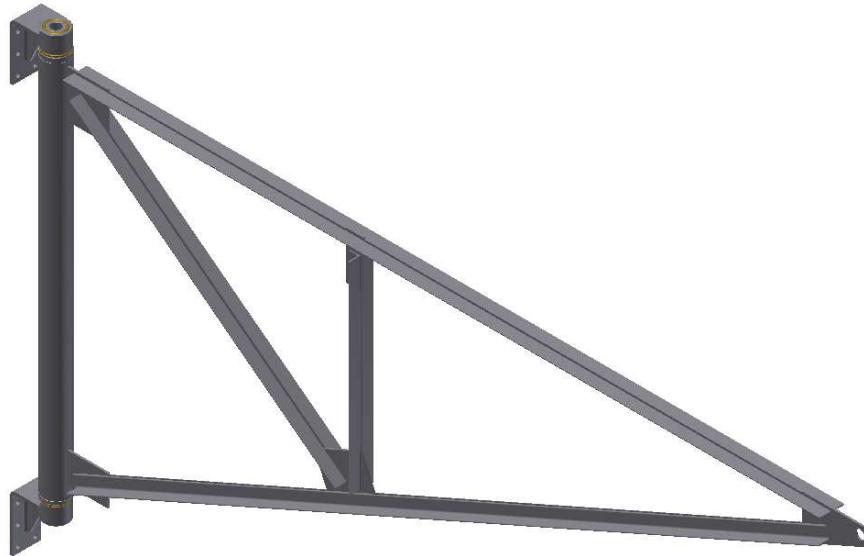
Dalším příkladem plnostěnné konstrukce je tento portálový jeřáb:



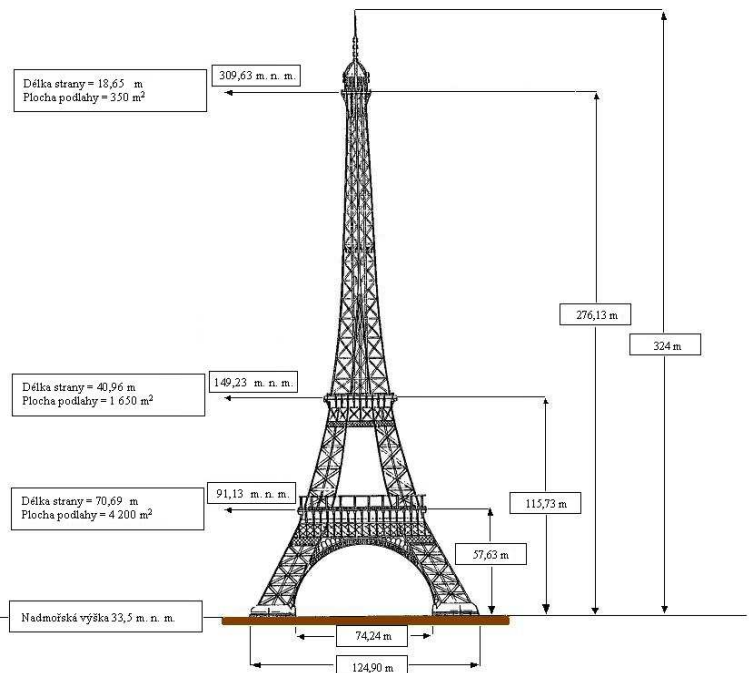
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příhradové konstrukce

Příhradové konstrukce jsou tvořeny jednotlivými pruty, které se stýkají v uzlech (styčnicích). Základním uspořádáním prutů je trojúhelník. Vzhledem k relativní poddajnosti v ohybu lze předpokládat, že pruty přenášejí pouze osové síly (tahové a tlakové). Spojení v uzlech se provádí svařováním, nýtováním nebo šroubovými spoji, a to přes styčnickové plechy nebo bez nich. Příhradové konstrukce jsou proti plnostěnným většinou lehčí, ale jejich členitost přináší nevýhody jako je pracnost, neucelený vzhled, obtížná ochrana proti povětrnostním vlivům apod.. Na obrázku vidíte rameno výložníku z předchozího příkladu, provedené jako příhradové:



Využití příhradových konstrukcí umožnilo v minulosti vytvoření atraktivních extrémních staveb. Poznáte tyto dvě věže?



Skořepinové konstrukce

Skořepinové konstrukce jsou v podstatě plnostěnné, s extrémním poměrem tloušťky stěny vůči dalším rozměrům. Odolnosti stěn proti zborcení (vzpěru) je dosaženo ohyby, prolisy a zakřiveními. Typickým příkladem je nosný skelet osobního automobilu:



Materiál kovových konstrukcí

Ocel

Ocel je dnes nejpoužívanějším materiálem nosných konstrukcí.

Mezi hlavní výhody oceli patří:

- dobré hodnoty mechanických vlastností (mez kluzu, pevnosti, modul pružnosti), což umožňuje málo rozměrné a štíhlé prvky
- příznivý poměr pevnosti vůči objemové hmotnosti, z toho vyplývající malá vlastní tíha a nižší náklady na základy, dopravu a montáž
- technologické vlastnosti, umožňující strojírenský způsob výroby, automatizaci, mechanizaci, přesnost a kvalitu
- adaptibilita, dovolující zesilování, rekonstrukce, opravy a rektifikace v poddolovaných územích
- recyklovatelnost kovu po vyčerpání fyzické a morální životnosti

Nevýhody:

- nároky na kvalifikaci výrobců
- nízká korozní odolnost (mimo drahých nerezavějících ocelí)
- změny mechanických vlastností při extrémních teplotách
- větší pružné deformace vlivem štíhlých prutů
- větší hlučnost vlivem odhmotnění

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Fyzikální vlastnosti:

- modul pružnosti v tahu a tlaku $E = 210\,000\text{ Mpa}$
- modul pružnosti ve smyku $G = 81\,000\text{ MPa}$
- součinitel příčné deformace $\nu = 0,3$
- měrná hmotnost $\gamma = 7\,850\text{ kg/m}^3$

Další vlastnosti (mechanické, chemické složení) konkrétních typů oceli určují normy technických dodacích podmínek (materiálové listy). Pro ocelové konstrukce se obvykle používají:

- základní materiály pevnostních tříd S235, S 275, S 355 (11 373, 11 375, 11 378, 11 443, 11 448, 11 449, 11 523, 11 503)
- patinující oceli 15 217 a 15 127 (~S355) pro konstrukce do vnějších prostředí
- oceli vysoké pevnosti ($Re = 400 - 700\text{ Mpa}$) ve speciálních případech

Litina

Litina a litá ocel se používá v omezených případech především na kompaktní tělesa a rámy strojů. Výhodou je možnost dosažení oblých tvarů a tlumicí vlastnosti. Použití litiny je spojeno s technologií lití.



Hliník a jeho slitiny

Hliníkové slitiny se používají ve stále větší míře, a to na nosné prvky i na opláštění. Největší výhodou hliníkových slitin je nízká měrná hmotnost, asi 3x menší, než oceli. Nevýhodou jsou vyšší teplotní roztažnost a obtížnější technologické zpracování. Mechanické vlastnosti ve značné míře závisí na podílu legujících prvků, což jsou zejména měď, křemík, hořčík a zinek. Orientační fyzikální vlastnosti:

- modul pružnosti v tahu $E = 70\,000\text{ MPa}$
- modul pružnosti ve smyku $G = 27\,000\text{ MPa}$
- součinitel příčné deformace $\nu = 0,3$
- měrná hmotnost $\rho = 2\,700\text{ kg/m}^3$

Konstrukční slitiny hliníku pro tváření podle ČSN EN 573-1 až 3, např. EN AW- 5052(AlMg2,5):

- řada 1000 Al minimálně 99,99%
- řada 2000 slitina AlCu
- řada 3000 slitina AlMn
- řada 4000 slitina AlSi
- řada 5000 slitina AlMg
- řada 6000 slitina AlMgSi
- řada 7000 slitina AlZn
- řada 8000 slitina Al s různými prvky

Hořčíkové slitiny, titan a ostatní kovy

Ve zvláštních případech se na nosné konstrukce pro své specifické vlastnosti používají méně obvyklé kovy, většinou za cenu vysokých nákladů.

Materiál nekovových konstrukcí

Plastické hmoty

Vlastnosti jednotlivých druhů plastických hmot se podstatně liší. Hlavní výhody plastů bývají:

- výhodný poměr měrné hmotnosti a pevnosti
- odolnost proti chemickým vlivům
- možnost dosažení specifických vlastností, například barevnosti, průhlednosti
- houževnatost a pružnost
- samonosnost krycích konstrukcí

Nevýhody:

- nižší absolutní hodnoty mechanických vlastností
- změny vlastností působením tepla a světla
- změny vlastností s časem, náchylnost k tečení pod zatížením
- většinou obtížné opravy

Kompozitní a vrstvené materiály

Kompozitní a vrstvené materiály jsou založeny na principu skloubení vlastností různorodých materiálů tak, aby vynikly jejich přednosti a byly potlačeny nedostatky. Nejčastěji bývá základní plast plněn vlákny s lepšími mechanickými vlastnostmi nebo jsou plošné materiály vytvářeny z vrstev tkanin, spojovaných pryskyřicí.

Příklad využití různorodých materiálů



Tento terénní motocykl španělské firmy Gas Gas má sice základní rám z vysokopevnostní chrommolybdenové oceli, ale pomocný podsedlový rám je vyroben z vrstveného plastu. Barevné krycí díly a průhledná nádrž jsou plastové výlisky. Skříň motoru je odlitek z hořčíkové slitiny.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Polotovary na konstrukce

Výchozími polotovary při tvorbě nosných konstrukcí jsou:

- plechy tlusté a tenké, válcované za tepla a za studena
- trubky bezešvé i svařované
- ploché, čtvercové a kruhové tyče
- tvarové tyče L, U, I, H
- ohýbané a ohraňované profily
- výlisky
- odlitky
- výkovky

Technologie spojování při vytváření nosných konstrukcí

Spoje konstrukcí bývají:

- svařované



- pájené
- lepené
- šroubované



- nýťované



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stavebnicové konstrukce

Řada výrobců dnes nabízí promyšlené stavebnicové systémy, ze kterých lze jednoduše sestavit požadovanou nosnou konstrukci. Základem stavebnice je typizovaná řada speciálních profilů z lehkých slitin, které stačí nařezat na potřebné délky a sestavit pomocí k tomu určených spojek. Celý proces návrhu a realizace lze zautomatizovat pomocí příslušného software. Velkou výhodou je možnost opakovaného využití většiny dílů.



Výkresová dokumentace kovových konstrukcí

Menší konstrukce

Menší konstrukce ve strojírenství, jako jsou rámy strojů nebo opěrné konstrukce, se kreslí běžným způsobem podle pravidel technického kreslení pro znázorňování strojních součástí. Jedná se tedy o výkresy sestav, případně podsestav s kusovníky a jednotlivých dílů. Ke zpracování této dokumentace se používá běžný univerzální 2D a 3D software, doplněný případně specializovanou nadstavbou.

Velké ocelové konstrukce

Velké ocelové konstrukce, vyráběné ve specializovaných provozech – mostárnách, jsou znázorněny pomocí poněkud odlišné dokumentace, která respektuje jejich specifika při navrhování, výrobě i montáži. Jedná se o:

- přehledné výkresy, které vyjadřují dispozici objektu a slouží ke statickému výpočtu
- rozsáhlé statické výpočty
- výkresy kotvení včetně údajů o zatížení
- výrobní výkresy s členěním do dílců včetně výkazů materiálu
- výkresy montážních sestavení
- technologické postupy
- výkresy přípravků a šablon

Ke zpracování dokumentace v mostárnách se obvykle využívají specializované programy, doplněné běžnými CADy.

Výpočet kovových konstrukcí

Stejně jako je tomu u výkresové dokumentace, i výpočty konstrukcí se liší v případě malých strojírenských rámu a rozsáhlých stavebních ocelových konstrukcí. Zásadním rozdílem je to, že v případě velkých celků, zejména pak budov, mostů, stožárů a věží musí výpočtář zpravidla respektovat řadu zákonných opatření. Tato se týkají i například stanovení zatížení od povětrnostních vlivů a mohou se v případě různých států lišit.

V principu však vždy výpočtem ověřujeme:

- pevnostní podmínku, tedy zda nedojde s danou bezpečností k porušení konstrukce
- deformační podmínku, tedy zda deformace konstrukce nepřekročí povolené meze

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

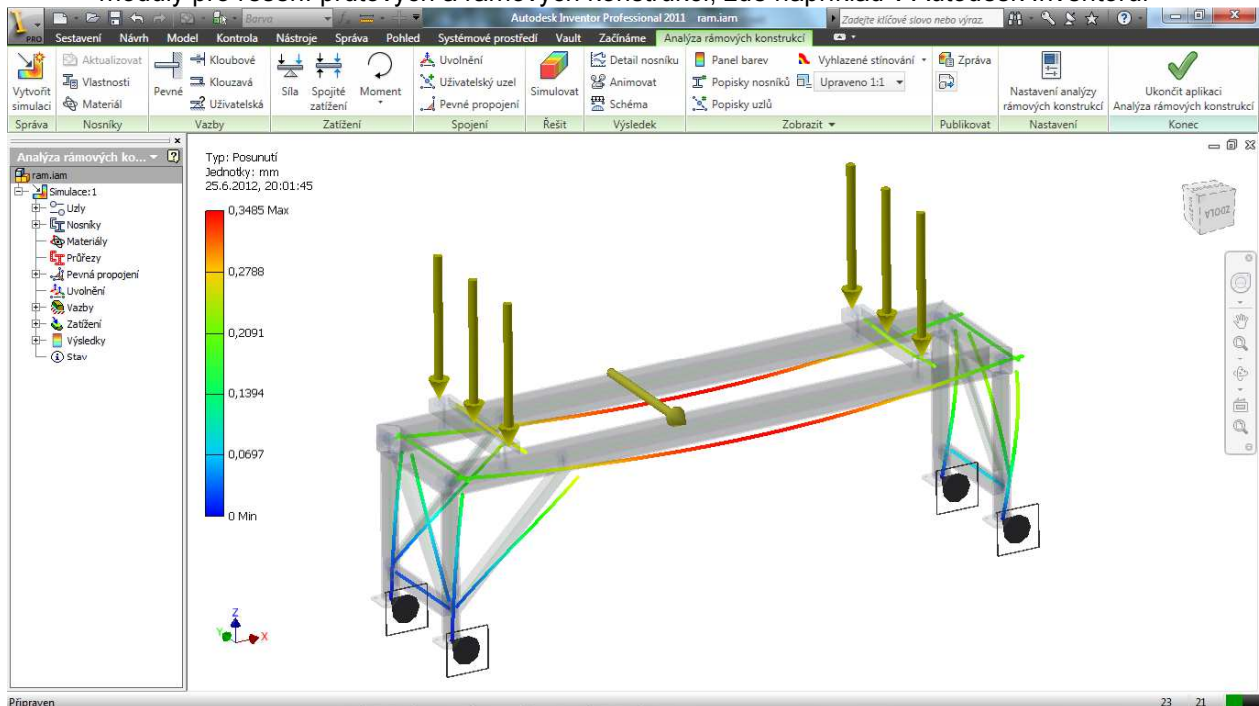
Specifika výpočtu větších kovových konstrukcí

- často se jedná o spojitá zatížení, mnohdy daná normami (vítr, sníh)
- mnohdy se jedná o prutové konstrukce a tedy rozklad sil v rovině a prostoru
- většinou je nutno počítat s vlastní vahou prvků
- nejběžnějším prvkem je nosník a sloup
- ze základních druhů namáhání jsou nejběžnější ohyb, tah a tlak
- při tlakových napětích téměř vždy hrozí ztráta stability – pozor na vzpěr a boulení!

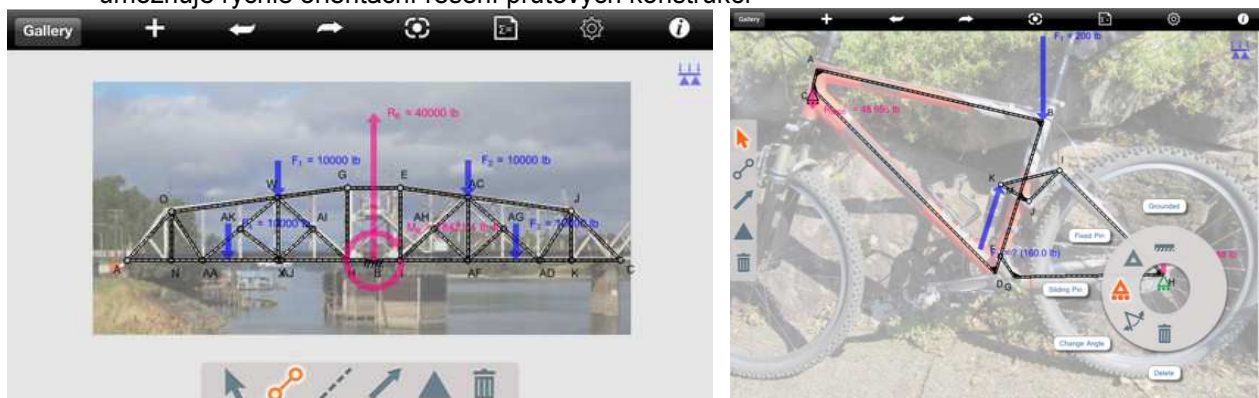
Technické prostředky pro výpočet konstrukcí

Dnes již ruční výpočet tvoří pouze doplněk k výpočtům pomocí PC. Existují:

- jednoduché programy, případně nadstavby CADů pro výpočet typických prvků (nosník, sloup, deska)
- řešiče metodou konečných prvků pro výpočet kompaktních dílů
- řešiče metodou konečných prvků pro výpočet tenkostěnných dílů (ztráta stability)
- moduly pro řešení prutových a rámových konstrukcí, zde například v Autodesk Inventoru:



- komplexní programy pro návrh zejména ocelových konstrukcí
- zajímavou aplikací pro mobilní zařízení je bezplatný prográmek Force effect od Autodesku, který umožňuje rychlé orientační řešení prutových konstrukcí



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zadání k samostatné práci

Zadání č.1

Najděte ve svém okolí typickou stavební ocelovou konstrukci. Rozhodněte, zda je příhradová, nebo rámová.

Zadání č.2

Najděte ve svém okolí typickou stavební ocelovou konstrukci. Odhadněte použitý materiál, polotovary a technologii spojů.

Zadání č.3

Najděte ve svém okolí typickou stavební ocelovou konstrukci. Vyfotografujte ji a do obrázku zakreslete hlavní zatížení a druhy namáhání jednotlivých částí.

Zadání č.4

Najděte příklady nekovových konstrukcí.

Zadání č.5

Vlastníte mobilní zařízení? Stáhněte si Force effect a pokuste se vyřešit síly v libovolné rovinné příhradové konstrukci ve svém okolí. Zatížení odhadněte.

Zadání č.6

Vyfotografujte jízdní kolo. Do fotografie zakreslete schéma rámu a vyznačte zatížení a reakce. Určete charakteristické znaky konstrukce.

Zdroj literatury a obrázků:

<http://cs.wikipedia.org>

<http://www.zaciatocnik.sk>

<http://www.motomuseum.cz>

<http://15122.fa.cvut.cz/?page=cz,nosne-konstrukce-iii-kovove-a-drevene-konstrukce>

<http://www.technikaatrh.cz/komponenty/stavebnicovy-system-z-hlinikovych-profilu>

<https://itunes.apple.com/us/app/autodesk-forceeffect/id476321600?mt=8>

Testové úlohy a cvičení jsou autorsky vytvořeny pro učební materiál.