

TÉMATICKÉ OKRUHY KE STÁTNÍM ZÁVĚREČNÝM ZKOUŠKÁM BAKALÁŘSKÉHO STUDIA

(pro studenty ČVUT v Praze Fakulty dopravní se zahájením studia nejpozději
v akademickém roce 2014 – 2015)

Studijní program:

B 3710 – Technika a technologie v dopravě a spojích

Obor 3708R033 – TUL – Technologie údržby letadel

1. povinný předmět: AERODYNAMIKA, KONSTRUKCE A SYSTÉMY LETADEL

1. Teorie letu

- Aerodynamika letounu a řízení letu (činnost a účinek řízení příčného náklonu, křídélka a spoilery, řízení podélného sklonu, výšková kormidla, stabilizátory, řízení zatáčení, omezovače úhlu vychýlení směrového kormidla; Řízení pomocí elevonů a motýlkových ocasních ploch; zařízení na zvýšení vztlaku, sloty, náběžné klapky, klapky, křídélka kombinovaná se vztlakovou klapkou; zařízení na zvýšení odporu, spoilery, rušiče vztlaku, aerodynamické brzdy; Účinky plůtků na křídle, náběžných hran se zubem; využívání mezní vrstvy, vířiče, klínovité vířiče nebo zařízení na náběžné hraně; činnost a vliv vyvažovacích plošek, vyvažovací plošky, servoplošky, pružinové plošky, hmotové vyvážení, ovládání vychýlení kormidla, plochy aerodynamického odlehčení)
- Let za vysokých rychlostí (rychlost zvuku, podzvukový let, transonický let, nadzvukový let, Machovo číslo, kritické Machovo číslo, rázové odtrhnutí proudu, rázová vlna, aerodynamický ohřev, pravidlo ploch; činitele ovlivňující proudění vzduchu v okolí vstupů motorů letadel létajících vysokými rychlostmi; vliv kladné šípovitosti křídel na kritické Machovo číslo)

2. Konstrukce draku – obecné koncepce

- Požadavky letové způsobilosti na pevnost konstrukce (rozdělení konstrukcí, primární, sekundární, terciální; koncepce konstrukce bezpečné při poruše, konstrukce s bezpečnou životností, konstrukce s přípustným poškozením; systémy označování podle zón a bodů; napětí, deformace, ohyb, tlak, stříh, krut, tah, obvodové napětí, únava; drenáž a odvětrání; zástavba systémů; ochrana proti poškození při zásahu bleskem; poutání letadel)
- Konstrukční metody (trup s nosným potahem, tvarová žebra, podélné výztuhy, podélníky, plné přepážky, rámové přepážky, vyztužení, vzpěry, spoje, nosníky, podlahové konstrukce, zpevnění, druhy potahů, ochrana proti korozi, uchycení křídla, ocasních ploch a motorů)
- Technologie montáže konstrukce: nýtování, šroubové spoje, lepení; způsoby povrchové ochrany, jako chromátování, eloxování, lakování; čištění povrchu; symetrie konstrukce: metody kontroly nastavení a symetrie)

3. Konstrukce draku – letouny

- Trup (konstrukce a přetlakové těsnění, křídlo, stabilizátor, pylon a uchycení podvozku, zástavba sedadel a systém nakládání nákladu; dveře a nouzové východy: konstrukce, mechanismy, obsluha a bezpečnostní zařízení; konstrukce a mechanismy oken a čelního ochranného skla)
- Křídla (konstrukce; uložení paliva; uchycení přistávacího zařízení, pylonu, řídicích ploch a prostředků na zvýšení vztlaku / odporu)
- Stabilizační plochy (konstrukce, uchycení řídicích ploch)
- Řídicí plochy (konstrukce a uchycení, vyvážení – hmotové a aerodynamické)
- Gondoly / pylony (konstrukce; protipožární přepážky; motorová lože)

4. Klimatizace a přetlakování kabiny
 - Dodávka vzduchu (zdroje dodávky vzduchu zahrnující odebírání vzduchu z motoru, APU a pozemní zdroj vzduchu)
 - Klimatizace (klimatizační systémy; zařízení na oběh vzduchu a vodních par; rozvodné systémy; systém řízení oběhu, teploty a vlhkosti)
 - Přetlakování (systémy přetlakování; regulace a indikace zahrnující regulační a bezpečnostní ventily; zařízení na kontrolu tlaku v kabině)
 - Bezpečnostní a výstražná zařízení (ochranná a výstražná zařízení)
5. Přístrojové systémy / systémy avioniky
 - Přístrojové systémy (pitotstatické: výškoměr, rychloměr, variometr; gyroskopické: umělý horizont, povelový ukazatel letové polohy, ukazatel směru, indikátor horizontální situace, zatáčkoměr s indikací skluzu, přístroj pro koordinovanou zatáčku; kompas: s přímým čtením, s dálkovým přenosem; indikace úhlu náběhu, systémy signalizace přetažení; další indikační systémy letadla)
 - Systémy avioniky (základní principy uspořádání systémů a jejich činnost; automatický let (ATA 22); spojovací systémy (ATA 23); navigační systémy (ATA 34))
6. Elektrický systém
 - Zástavba a obsluha baterií; zdroje stejnosměrného proudu; zdroje střídavého proudu; nouzové zdroje elektrické energie; regulace napětí; rozvod energie, měniče, transformátory, usměrňovače, ochrana obvodu, externí / pozemní zdroj
7. Vybavení a zařízení
 - Požadavky na nouzová vybavení (sedadla, vícebodové a dvoubodové pásy)
 - Uspořádání kabiny (uspořádání vybavení; zástavba zařízení kabiny; zábavné zařízení v kabině; zástavba palubního bufetu; vybavení na manipulaci s nákladem a jeho upevnění, schody)
8. Protipožární ochrana
 - Systémy detekce požáru a dýmu a výstražné systémy (hasící systémy; zkoušky hasících systémů)
 - Přenosné hasící přístroje
9. Řízení letu
 - Primární řízení (křídélka, výškové kormidlo, směrové kormidlo, spoiler, ovládání, vyvážení, aktivní vyvážení letadla; prostředky na zvýšení vztlaku; rušení vztlaku, aerodynamické brzdy)
 - Systémy řízení (ruční, hydraulické, pneumatické, elektrické, servořízení dálkově ovládané elektrickými impulzy; umělý cit, tlumení bočních kmitů, systém vyvážení podle Machova čísla, omezovač výchytky směrového kormidla, blokování kormidla, vyvážení a seřízení, systém ochrany / signalizace přetažení)
10. Palivový systém
 - Uspořádání systému; palivové nádrže; systémy dodávky paliva; vypouštění paliva za letu, odvodušňování palivového systému a odpouštění paliva; dodávka a přečerpávání paliva z opačné strany; indikace a výstrahy; doplňování a odčerpávání paliva; podélné vyvážení v rámci palivového systému.
11. Hydraulický systém
 - Uspořádání systému; hydraulické kapaliny; hydraulické nádrže a akumulátory; vytváření tlaku: elektricky, mechanicky, pneumaticky; vytváření nouzového tlaku; regulace tlaku; rozvod energie; indikační a výstražné systémy; vzájemné propojení s jinými systémy.
12. Ochrana proti námraze a dešti
 - Tvoření námrazy, klasifikace a indikace; systémy ochrany proti námraze: elektrické, teplovzdušné a chemické; systémy odmrazování: elektrické, teplovzdušné, pneumatické a chemické; ochrana proti dešti; ohřev snímačů a drenáží; stěrače.
13. Přistávací zařízení
 - Konstrukce, absorbování nárazu; systémy vysouvání a zasouvání podvozku: normální a nouzové; indikace a výstraha; kola, brzdy, protiskluzové systémy a automatické brzdy; pneumatiky; řízení.

14. Světla
 - Vnější: navigační, protisrážkové, přistávací, pojížděcí, na zjištění námrazy
 - Vnitřní: osvětlení kabiny, pilotního prostoru, nákladového prostoru
 - Nouzové osvětlení
15. Kyslíkový systém
 - Uspořádání systému: pilotní prostor, kabina; zdroje, uložení, doplňování a rozvod; regulace dodávky; indikace a výstrahy.
16. Pneumatický / vakuový systém
 - Uspořádání systému; zdroje: motor / APU, kompresory, zásobníky, pozemní zdroje; regulace tlaku; rozvodný systém; indikace a výstrahy; vzájemné propojení s jinými systémy
17. Rozvod vody a odpadový systém
 - Uspořádání rozvodu vody, dodávka, rozvod, obsluha systému a vypouštění vody; uspořádání toaletního systému, splachování a obsluha; hlediska koroze.
18. Palubní systémy údržby
 - Centrální počítače údržby; systémy nahrávání údajů; elektronický systém dokumentace; tisk; sledování konstrukce (sledování přípustného poškození).

2. povinný předmět: (student si z povinných předmětů „Digitální technologie“, „Pístové motory“ a „Turbínové motory“ zvolí jeden odborný předmět ústní části SZZ jako povinný v závislosti na svém zaměření)

A. DIGITÁLNÍ TECHNOLOGIE

1. Číselné soustavy
 - dvojková, osmičková, hexadecimální, převody mezi nimi
2. Převod dat
 - analogové údaje, číslicové údaje, A / D převodníky, D / A převodníky
3. Sběrnice
 - jednosměrná sběrnice, obousměrná sběrnice, ARINC 429, ASCB, CSDB, MIL-STD-1553
4. Logické obvody
 - kombinační obvody, funkce AND, NAND, OR, NOR, XOR, ekvivalence, jednobitová poloviční sčítačka, jednobitová sčítačka, vícebitové sčítačky, sekvenční obvody, obvod R-S, obvod D, obvod J-K, obvod T, dvoubitový čítač, aplikace v systémech letadla
5. Základní struktura počítače
 - počítačové názvosloví (bit, byte, software, hardware, CPU), architektura, základní cyklus, instrukce, druhy paměti
6. Mikroprocesory
 - vykonávané funkce a celková činnost mikroprocesoru – řadič, aritmetickologická jednotka, mikroprocesory v řízení
7. Integrované obvody
 - činnost a použití kodéru a dekodéru, dekodér z Grayova kódu do binárního kódu, dekodér z BCD kódu pro segmissegmentovou zobrazovací jednotku, obvody malé a velmi velké integrace
8. Multiplexní obvody
 - činnost, použití a označování multiplexních a demultiplexních obvodů v logických obvodech

9. Optická vlákna
 - výhody a nevýhody, dělení optických vláken, zakončení, vazební členy, řídicí terminály, dálkové terminály, možnosti využití v systémech letadla
10. Palubní elektronické zobrazovací prvky
 - displeje se žhavenou obrazovkou, displeje s tekutými krystaly, plazmové zobrazovací displeje, displeje s luminiscenčními diodami, tenkovrstvé elektroluminiscenční displeje, přehledové displeje
11. Zařízení citlivá na statickou elektřinu
 - statická elektřina – triboelektrický jev, indukční jev, manipulace a ochrana komponentů citlivých na elektrostatické výboje
12. Elektromagnetická kompatibilita
 - elektromagnetická slučitelnost, zdroje a přijímače elektromagnetického rušení, základní řetězec EMC, zkoušky zařízení, ochrana proti zásahu bleskem, vysoce intenzivní radiační pole
13. Automatické řízení letu
 - terminologie, základy automatického řízení, hierarchické úrovně, tlumiče a stabilizátory, automatické vyvážení, automatický systém ovládní výkonu pohonné jednotky
14. Komunikační a navigační prostředky
 - nouzové vysílače polohy, zapisovač hlasu, navigační systém VOR, automatický rádiový kompas, systém přesných přibližovacích majáků ILS, mikrovlnný přistávací systém MLS, měřič vzdáleností DME, Dopplerův navigační systém, prostorová navigace RNAV, rádiový výškoměr, družicové navigační systémy – GPS, GNSS, GLONASS, inerciální navigační systém, sekundární přehledový radar, ECAM, EICAS, EFIS, FMS, TCAS, ACARS
15. Elektrický systém letadla
 - instalace a nabíjení akumulátor; zdroje stejnosměrného proudu, zdroje střídavého proudu, nouzové zdroje elektrické energie, měniče, transformátory, usměrňovače, jištění palubních sítí, rozvod elektrické energie

B. PÍSTOVÉ MOTORY

1. Uspořádání motoru.
2. Výkon motoru.
3. Palivové směsi.
4. Konstrukce motoru.
5. Sestava válce a pístu motoru.
6. Ojnice, klikový hřídel, kliková skříň.
7. Rozvod ventilů, vačkový hřídel.
8. Předstih motoru.
9. Pomocná převodovka, redukční převodová skříň vrtule.
10. Startovací soustavy motoru.
11. Paliva a maziva pro letecké motory.
12. Palivové směsi.
13. Mazací soustava motoru.
14. Palivová soustava motoru.
15. Konstrukce sací a výfukové soustavy.
16. Konstrukce chladicí soustavy motoru.
17. Tvorba palivové směsi.
18. Karburátory.
19. Vstřikovací jednotky motoru.
20. Přepřínování motoru.
21. Systémy indikace práce motoru.
22. Měření otáček motoru.
23. Měření teploty (hlavy válce, oleje, výfukových plynů).
24. Měření tlaku (oleje, paliva, plnicího tlaku).
25. Instalace pohonné jednotky.
26. Monitorování motoru a provoz na zemi.
27. Uskladnění a konzervace motoru.

C. TURBÍNOVÉ MOTORY

1. Základní pojmy
 - Potenciální energie, kinetická energie, Newtonovy zákony pohybu, Braytonův cyklus; vzájemný vztah mezi silou, prací, výkonem, energií, rychlostí, zrychlením; konstrukční uspořádání a činnost turbínových, turbodmychadlových, turbohřídelových, turbovrtulových motorů.
2. Výkon motoru
 - Hrubý tah, čistý tah, tah v závislosti na změně průřezu trysky, rozložení tahu, výsledný tah, užitečný tah v koňských silách, ekvivalentní výkon na hřídeli v koňských silách, specifická spotřeba paliva; účinnost motoru; obtokový poměr a kompresní poměr; tlak, teplota a rychlost proudícího plynu; jmenovité výkony motorů, statický tah, vliv rychlosti, výšky a teplého podnebí, redukovaný výkon, omezení.
3. Vstup motoru
 - Vstupní kanály kompresoru; vliv různých konfigurací vstupních kanálů; ochrana proti tvorbě námrazy.

4. Kompresory
 - Axiální a radiální kompresory; konstrukční vlastnosti, principy činnosti a použití; vyvážení kompresoru; provoz; příčiny a následky pumpování kompresoru a nestabilní chod; způsoby ovládní průtoku vzduchu: odpouštěcí ventily, stavitelné vstupní usměrňovací klapky, stavitelné statorové klapky, otočné statorové lopatky; kompresní poměr.
5. Spalovací komora
 - Konstrukční vlastnosti a principy činnosti.
6. Turbína
 - Činnost a charakteristiky rozdílných typů turbínových lopatek; uchycení lopatky na disk; usměrňovací lopatky na trysce; příčiny a následky pnutí a tečení materiálu turbínové lopatky.
7. Výstup motoru
 - Konstrukční charakteristiky a principy činnosti; konvergentní a divergentní trysky a trysky s proměnlivým průřezem; snížení hluku motoru; obraceče tahu; ložiska a těsnění; konstrukční charakteristiky a principy činnosti.
8. Maziva a paliva
 - Vlastnosti a specifikace; přísady do pohonných hmot; bezpečnostní opatření.
9. Mazací soustavy
 - Činnost / uspořádání a prvky systémů.
10. Palivové soustavy
 - Činnost řízení motoru a systémy dodávky paliva zahrnující elektronické řízení motoru (FADEC); uspořádání a prvky palivových soustav.
11. Vzduchové systémy
 - Činnost rozvodného systému vzduchu motoru a systémy zabraňující vzniku námrazy, včetně vnitřního chlazení, těsnění a dodávky vzduchu pro externí systémy.
12. Startovací a zapalovací soustavy
 - Činnost startovacích soustav a jejich prvky; zapalovací systémy a jejich prvky; požadavky na bezpečnost při údržbě.
13. Systémy indikace práce motoru
 - Měření teploty výstupních plynů / měření teploty mezi turbínami proudového motoru; indikace tahu motoru: kompresní poměr motoru, systémy měření výstupního tlaku turbíny nebo tlaku na výstupu motoru; měření tlaku a teploty oleje; měření tlaku a průtoku paliva; měření otáček motoru; měření a indikace vibrací; měření kroučícího momentu motoru; měření výkonu motoru.
14. Systémy pro zvyšování výkonu
 - Činnost a použití; vstřikování vody, vody s metylalkoholem; systémy přidavného spalování.
15. Turbovrtulové motory
 - Spřáhnuté a volné turbíny / turbíny spojené ozubenými převody; redukční ozubené převody; integrované řízení motoru a vrtule; bezpečnostní zařízení proti překročení otáček.
16. Turbohřídelové motory
 - Uspořádání, systémy pohonu, redukční převody, spřažení, systémy ovládní.
17. Pomocné energetické jednotky (APU)
 - Účel, činnost, ochranné systémy.
18. Zástavba pohonné jednotky
 - Uspořádání protipožárních přepážek, motorových krytů, protihlukových panelů, motorových loží, protivibračních uložení, hadic, potrubí, přívodů, konektorů, svazků vodičů, ovládacích lan a táhel, zvedacích bodů a výfukových drenáží.
19. Systémy protipožární ochrany
 - Činnost detekčních a hasících systémů.

20. Sledování motoru a provoz na zemi
 - Postupy pro spouštění motoru a provoz na zemi; vyhodnocení výstupního výkonu motoru a dalších parametrů motoru; sledování stavu motoru (zahrnující analýzu oleje, vibrace a boroskopické kontroly); prohlídka motoru a jeho celků vzhledem ke kritériím, tolerance a údaje přesně určené výrobcem motoru; mytí / čištění kompresoru; poškození cizím předmětem.
21. Uskladnění a konzervace motoru
 - Konzervace a odkonzervování motoru a jeho příslušenství / systémů.

3. volitelný předmět: (student si volí jeden z uvedených volitelných předmětů, zahrnujících vybranou látku z povinných nebo povinně volitelných předmětů studia)

A. LETECKÁ LEGISLATIVA

1. Úloha Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO)
2. Úloha EASA a Evropské komise
3. Nařízení (ES) č. 216 / 2008 a jeho prováděcí pravidla
4. Vztahy mezi částí 145, částí 66, částí 147, částí M a EU-OPS
5. Osvědčující personál údržby
6. Organizace oprávněné k údržbě
7. Letový provoz – EU-OPS
8. Certifikace letadel
9. Zachovávání letové způsobilosti
10. Programy údržby, kontroly a prohlídky údržby
11. Základní seznam minimálního vybavení, seznam minimálního vybavení, seznam odchylek schválených na odbavení
12. Dokumentace údržby: příručky pro údržbu, příručka na opravu draku, ilustrovaný katalog součástek, ... atd.
13. ETOPS, požadavky na údržbu a odbavení letadla
14. Příkazy k zachovávání letové způsobilosti

B. LIDSKÝ ČINITEL

1. Definice a podstata lidského činitele
2. Legislativní rámec lidského činitele podle standardů ICAO a ECAC
3. Organizační a bezpečnostní kultura v leteckých provozech
4. Nebezpečí a rizika na pracovištích údržby letadel
5. Letecké nehody, incidenty a události s účastí AMT
6. Chyby a přestupky AMT
7. Fyzické zdroje a limity individuální výkonnosti AMT
8. Individuální psychologické zdroje a limity výkonnosti AMT
9. Skupinové zdroje a limity výkonnosti AMT
10. Interkulturní ovlivnění spolehlivosti práce AMT
11. Vlivy okolního prostředí na výkonnost a spolehlivost práce AMT
12. Výkonnost spolehlivost práce ve směnném režimu
13. Spánek a únava
14. Význam komunikace a pravidel předávání práce pro bezpečnost leteckého provozu
15. Vizuální kontrola v údržbě letadel
16. Řešení nouzových situací

C. MATERIÁLY A ZÁKLADNÍ STROJNICKÉ SOUČÁSTI

1. Letecké materiály – železné materiály
 - Charakteristiky, vlastnosti a označování běžných slitinových ocelí používaných v konstrukci letadel; tepelné zpracování a použití slitinových ocelí; zkoušení železných materiálů na tvrdost, pevnost v tahu, únavovou pevnost a rázovou houževnatost
2. Letecké materiály – neželezné materiály
 - Charakteristiky, vlastnosti a označování běžných neželezných materiálů používaných v konstrukci letadel; tepelné zpracování a použití neželezných materiálů; zkoušení neželezných materiálů na tvrdost, pevnost v tahu, únavovou pevnost a rázovou houževnatost
3. Letecké materiály – Kompozity a nekovy
 - Kompozity a nekovy jiné než dřevo a tkanina (charakteristiky, vlastnosti a označování běžných kompozitů a nekovových materiálů, jiných než dřevo, používaných v konstrukci letadel)
 - Těsnící materiály a tmely (zjišťování vad / snížení kvality v kompozitových a nekovových materiálech; oprava kompozitových a nekovových materiálů)
 - Dřevěné konstrukce (konstrukční metody dřevěných konstrukcí draku; charakteristiky, vlastnosti a typy dřeva a lepidel používaných u letounů; ochrana a údržba dřevěných konstrukcí; druhy vad v dřevěném materiálu a dřevěných konstrukcích; zjišťování vad v dřevěných konstrukcích; opravy dřevěných konstrukcí)
 - Potah z tkaniny (charakteristiky, vlastnosti a typy tkanin používaných u letounů; metody prohlídek tkanin; druhy poruch v tkaninách; opravy potahů z tkaniny)
4. Koroze
 - Chemické principy; tvorba koroze, proces galvanizace, mikrobiologický proces namáhání; druhy koroze a jejich zjišťování; příčiny koroze; druhy materiálů, náchylnost ke korozi

5. Spojovací materiály
 - Závity (názvosloví šroubů; tvary závitů, rozměry a tolerance standardních závitů používaných v letadlech; měření závitů)
 - Svorníky, závrtné šrouby, šrouby (typy šroubů: rozdělení, určení, označování letadlových šroubů, mezinárodní normy; matice: samosvorné, nýtovací matice, standardní typy; strojní šrouby rozdělení pro letadla; závrtné šrouby: typy a použití, montáž a demontáž; závitorezné šrouby a přichytky)
 - Uzavírací zařízení, zámky (pojistné podložky s jazýčkem a pérové podložky, pojistné podložky, závlačky, pojistné matice, drátový zámek, rychlospojky, pera, rozpěrné pojistné kroužky, závlačky)
 - Letadlové nýty (typy tuhých a výbušných nýtů: přesné třídění a označování, tepelné zpracování)
6. Potrubí a spoje
 - Označování, typy pevného a pružného potrubí a připojení používaná v letadlech; normalizovaná spojení pro letadlové hydraulické, palivové, olejové, pneumatické a vzduchové potrubní systémy
7. Péra a pružiny
 - Typy, materiály, charakteristiky a použití pružin
8. Ložiska
 - Účel ložisek, zatížení, materiál, konstrukce; typy ložisek a jejich použití
9. Převody
 - Typy ozubených převodů a jejich použití; převodové poměry, redukční a multiplikační převodové soustavy, hnaná a hnací ozubená kola, vložená ozubená kola, záběry ozubených kol; řemeny a kladky, řetězy a řetězová kola
10. Ovládací lana
 - Typy lan; koncová uchycení, napínací a kompenzační zařízení; kladky a hlavní části lanového systému ovládání; bovdeny; pružné systémy ovládání letadla
11. Elektrické kabely a konektory
 - Typy kabelů, konstrukce a charakteristiky; vysokonapětové a koaxiální kabely; lemované konektory; typy konektorů, kolíčky, zástrčky, zásuvky, izolanty, jmenovitý proud a napětí, spojování, identifikační kódy

D. POSTUPY ÚDRŽBY

1. Hmotnost a vyvážení letadla
2. Manipulace s letadlem a skladování
3. Demontáž, kontrola, oprava a způsoby montáže
4. Výjimečné události
5. Postupy údržby
6. Bezpečnostní opatření – letadlo a dílna
7. Dílenské postupy
8. Nářadí
9. Obecné zkušební vybavení pro avioniku
10. Technické výkresy, schémata a normy
11. Uložení a vůle
12. Elektrické kabely a konektory
13. Nýtování
14. Trubky a hadice
15. Pružiny a péra
16. Ložiska
17. Převody
18. Ovládací lana
19. Zacházení s materiálem
20. Potahové kovy
21. Kompozity a nekovy
22. Sváření, pájení natvrdo, pájení naměkko a lepení

Doc. Ing. Daniel **Hanus**, CSc.

v. r.

garant oboru TUL (Technologie údržby letadel)

V Praze dne 3. srpna 2015