

GÉPÁLLAPOT FELÜGYELETI AKADÉMIA (GFA)

ISMERTETŐ

A GFA a Delta-3N Kft. által kidolgozott speciális szakmai képzés, tanfolyamok rendszere. Célja az iparban dolgozó gépész, erősáramú villamos és műszerész szakemberek, technikusok, mérnökök és vezetők szakmai továbbképzése a gépállapot felügyelet területén. A képzés nagy hangsúlyt fektet a forgógépek, technológiai csőrendszerek, gépalapok, erősáramú berendezések és gyengeáramú rendszerek meghibásodásainak vizsgálatára, hibadiagnosztikájára. Az állapotfelügyeleti eljárások a rezgésdiagnosztika, a termokamerás vizsgálatok és az ultrahangos szivárgás- és hibadiagnosztika szakterületeit öleli át, és foglalkozik a forgógépek kiegyensúlyozásával és az egytengelyűség állítással. A képzés során a karbantartási stratégiák eszköztárát megalapozó állapotfelügyeleti, hibadiagnosztikai eljárásokat oktatjuk. Ennek keretében áttekintjük a vizsgálati eljárások elméleti alapjait, mérés technikáját és ezek gyakorlati alkalmazásait esettanulmányok ismertetésével. A képzés középpontjában az elméleti alapok megértése és a gyakorlati tréning áll, melyet a Diagnosztikai Gyakorló Központban (DGyK) valósítunk meg.

A Gépállapot Felügyeleti Akadémia 2021.-ben önálló céggé vált a Delta-3N Kft.-ből. A két cég tulajdonosi szerkezete azonos, a kitűzött célok változatlanok, de úgy gondoljuk, hogy önálló szervezetként, a GFA, mint magán oktatási intézmény, a jövőben növelheti sikereit a műszaki diagnosztika oktatása területén, megőrizve a szoros együttműködést anyacégével, a Delta-3N Kft.-vel. Az utóbbi számára ez egy profiltisztítást is jelent, és jobban koncentrálna a géphiba diagnosztikai szolgáltatásokra, valamint a gépállapot felügyeleti- és gépvédelmi rendszerek létesítési munkáira.

Tanfolyamaink tematikája, szervezése, vizsgarendje az ISO 18436 szabvány követelményei, előírásai szerint épülnek fel. A képzési rendszer állami minősítését a felnőttképzésről szóló 2013. évi LXXVII. tv. 18. §-a szerint anyacégünk akkreditáltatta. A törvény megváltozásával a GFA oktatási tevékenysége csupán bejelentéskötelessé vált a felügyelő hatóság felé, de az adminisztrációs és nyilvántartási előírások, valamint az oktatás feltételeinek megfelelő szintű biztosítása változatlan.

Az oktatás egy összetett és rugalmas rendszert alkot, melynek alapját szakmai tanfolyamok alkotják. Ezek ismeretanyagát meg lehet erősíteni workshop-okon való részvétellel. A képzés egyes kurzusai egymásra épülnek, ugyanakkor szakmailag független területek is vannak a továbbképzés rendszerében. Így a rezgésdiagnosztika oktatására az ISO 18436-2 szabvány előírásainak megfelelően négy egymásra épülő tanfolyamot szerveztünk, melyek közül a 4. szintűt két részre osztottuk a tananyag mérete miatt. Ezek tematikái, ismeretanyagai egymásra épülnek, de ezektől a tanfolyamoktól függetlenek a Termográfia és az Ultrahang Emissziós Gépállapot vizsgálat tanfolyamok, melyek ismeretanyagai szintén egymásra épülnek.

A kurzusok előadásainak PowerPoint diáit Pdf formátumban a tanfolyam résztvevőinek átadjuk. Tanfolyamaink résztvevői térítésmentesen megkapják a tananyagokkal kapcsolatban írt szakkönyveinket is, melyeket a tanfolyami részvétel nélkül is meg lehet vásárolni.

Az egyes tanfolyamok témaköreit az 1. sz. melléklet tartalmazza.

A vizsgák érvényességi ideje az ISO 18436 szabvány szerint 5 év. Az újra érvényesítéshez ismeretfrissítő tréningeket, workshopokat szervezünk.

A tanfolyamok mindig konzultációval és vizsgával zárulnak. Sikeres vizsga esetén a résztvevők tanúsítványt kapnak, amit a felügyelő állami hatóság állít ki, megküldi oktatási intézményünknek, és a tanfolyam vezetője aláírásával hitelesíti. A vizsgák vizsgabizottság előtt zajlanak. Az elméleti kérdésekre az ISO 18436 szabvány által előírt részarányban kell helyes választ adni, és a gyakorlati mérések, feladatok megoldását is az előírt arányban kell teljesíteni az egyes kurzusok sikeres lezárásához.

A tanfolyamok elméleti előadásokból és gyakorlati tréningekből állnak. Bentlakásos formában szervezzük őket. Az intenzív munkához a koncentráció képesség megőrzése érdekében szabadidős programokat szervezünk.

A tanfolyamokat, az ismeretfrissítő tréningeket és a Workshopokat ősszel és tavasszal szervezzük. Ezek helyszíne Mernyén, cégünk Oktató Központjában, a Mernyei Vadászházban van.

A szakmai képzések elméleti és gyakorlati része egyaránt fontos. A gyakorlati mérések elvégzésére a Diagnosztikai Gyakorló Központban (DGyK) kerül sor, ami egy tanműhely és laboratórium. Itt egyszerűbb rendszerek és kisebb teljesítményű ipari forgógépek kerültek felállításra, a tananyag tematikája szerinti géphibák diagnosztikai módszerekkel történő meghatározása, valamint a műszerek és szoftverek használatának elsajátítása céljából.

A DGyK létrehozása a gyakorlati szakmai ismeretek elsajátítását, rögzítését szolgálja. A kiépített rendszereken, működő gépeken a képzésben résztvevők gyakorolhatják az állapotfelügyeleti szakterületek mérési eljárásait, és ismert, beépített géphibák diagnosztizálását:

- rezgésmérés működő forgógépeken és hiba-szimulátorokon, gördülőcsapágy hibák, kiegyensúlyozatlanság, lazulások, egytengelyűség hibák, mechanikai- és villamos problémák stb. meghatározása,
- siklócsapágyas gépek mérése, kritikus sebességen való átmenet vizsgálata, Orbit Analízis,
- rezonanciák, mozgás-animációs mérések, ODS analízis,
- hőkamerás mérések működő rendszerek vizsgálatával,
- akusztikus emissziós hibadiagnosztikai mérések, szivárgás detektálás.

A gyakorlati képzés szerves részét képezik az esettanulmányok, melyek ipari gépek és berendezések összetett géphibáinak diagnózisát ismertetik.



.....

Dr. Nagy István, GFA vezetője

TANFOLYAMOK & TEMATIKÁK

1. Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 1. szint (R1) (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: rezgésdiagnosztikai mérő és elemző I. kategória
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-2 szabvány követelményeivel
- **A tanfolyam súlyponti kérdései:** karbantartási stratégiák, a rezgésdiagnosztikai mérések és kiértékelések alapjai,
- Stratégiák a karbantartásban (RM, PM, CBM, PdM, RCM, RBM, TPM)
- Rezgéstani alapismeretek, sajátfrekvencia, rezonancia jelenségek,
- A jelfeldolgozás alapjai, időjel vizsgálat és a spektrumanalízis,
- Mintavételezés, aliasing, felbontás, F_{max} , átlagolás (lineáris, csúcstartó, idő-szinkron, ...), átlapolás, kifolyás, ablakolás,
- Komplex spektrum, teljesítmény spektrum, autókorrelációs, keresztkorrelációs függvények, kereszt spektrum, koherencia,
- Referencia adatbázis felépítése,
- Bevezetés a géptani ismeretekbe (áramlástan és villamos gépek),
- Mechanikai- és villamosgépek felépítése, gerjesztő erők, magnetostriktív erők,
- Aszinkron és szinkron motorok és frekvenciaváltók működése, hibadiagnosztikája,
- Keskenysávú és szélessávú analízis,
- Az ISO 10816 szabvány, figyelmeztető és vészjelzési szintek,
- Mérések előkészítése, adatgyűjtés, géphibák szimptomái, azonosítása,
- Mechanikai- és villamos géphibák szimptomáinak áttekintése,
- Esettanulmányok, mérési gyakorlatok a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 60 tesztkérdés, 2 óra, elfogadhatósági részarány 70%,**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%.**

2. Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 2. szint (R2) (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: rezgésdiagnosztikai mérő és elemző 2. kategória,
- Feltétel a Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 1. szint sikeres elvégzése,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-2 szabvány követelményeivel,
- **A tanfolyam súlyponti kérdései:** a gördülőcsapágyak és siklócsapágyak vizsgálata,
- **Ismétlések:**
- Rezgéstani ismeretek ismétlése, kiegészített, bővített áttekintése,
- Mechanikai- és villamos géphibák szimptomáinak összefoglalása, bővített ismétlődő áttekintése,
- **Gördülőcsapágyak vizsgálata:**
- Gördülőcsapágyak felépítése, feladata, meghibásodási lehetőségei,
- Elasztó-hidrodinamikai kenés,
- Csapágyhibák azonosítása spektrumanalízissel,
- Moduláció, demodulált spektrum,
- Cepstrum analízis, időjel analízis, Kurtosis Meter, Crest Factor, NDT akusztikus emissziós analízis, Shock Pulse Method, Spike Energy, HFD, SEE, Acceleration Enveloping, PeakVue vizsgálati módszerek ismertetése,

- Automatikus, szabálybázisú diagnosztika működési mechanizmusa (ExpertAlert),
- **Siklócsapágyazások:**
- Siklócsapágyak anyagai, béléanyagok és azok tulajdonságai,
- Egy- és több hordozófelületű csapágyak, radiális- és axiális csapágyak,
- Stribeck görbe, kenésállapotok, Sommerfeld szám, a működés jellemzői és határai,
- Hidrodinamikus csapágyak működése, Reynolds egyenlet, szűkülő rész, terhelhetőség,
- Kenőanyagfilm nyomásprofilok, hőmérséklet eloszlások, tengelyközéppont helyzete,
- Olajrezonancia (whirl), tengelyütés (whip) instabilitás, stabilitási térkép,
- Kritikus sebességek paraméterfüggése,
- Kenőanyag turbulencia, olaj kavitáció, olajéhezés, és hatásuk a kritikus sebességre,
- Campbell diagram,
- Sikló-, vagy gördülőcsapágyak – döntési szabályok, DN szám, tengelyátmérő, RPM,
- Tengely- és csapágyáramok, Alger-Samson kritérium, megszüntetésük módja,
- Csapágydegradáció, elektropitting, termikus- és mechanikus fáradás, abrázíó, korrózió, fretting, spragging, stb.
- **Orbit Analízis,**
- Relatív tengelyhelyzet, pályagörbe, örvényáramos érzékelők, XY mérésirány,
- Fázismérés, relatív- és abszolút fázis, a rezgés vektoros ábrázolása,
- Az alacsony sebességű tengelyütés (slow roll) vektor, az orbitok és az elemzéshez használt függvények kompenzációja,
- Az orbit és a teljes spektrum kapcsolata, az orbit információtartalma,
- Polár-(Nyquist) és Bode- diagramok, APHT diagram, tengelyközépvonal helyzet,
- Felfutás és kifutás mérések, kritikus sebesség, nehézpont helyzetének meghatározása,
- Spektrum kaskád diagram, vízesés diagram, spektrogram,
- Szinkron erősítési tényező (SAF), API 617 ajánlás, szeparációs határfrekvenciák, kritikus tartomány,
- **Hibadiagnosztika az orbitok segítségével,**
- Kiegyensúlyozatlanság, balanszrezonancia eloszlás az első és a második módus alakzat szerint, rugalmas és merev rotor csapágyazásnál,
- Olajörvénylési instabilitás (whirl) és tengelyütés (whip) azonosítása,
- Egytengelyűség hiba, permanensen görbült tengely, fém-fémes tengely besúrolás (rub), lazulás, tengelyrepedés és -törés szimptomái,
- Esettanulmányok, gyakorlati, példák bemutatása,
- Mérési gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 100 tesztkérdés, 3 óra, elfogadhatósági részarány 70%**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%**

3. Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 3. szint (R3) (4 nap 30 óra)

- Kompetencia: rezgésdiagnosztikai mérő és elemző 3. kategória,
- Feltétel a Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 2. szint sikeres elvégzése,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-2 szabvány követelményeivel,
- **A tanfolyam súlyponti kérdései:** áramlás keltette rezgések és strukturális analízis,
- **Ismétlések:**

- Rezgéstani ismeretek ismétlése, elmélyítése,
- Jelfeldolgozás és a vizsgálati módszerek, eljárások ismétlése, elmélyítése,
- Géphibák azonosítása rezgésdiagnosztikával, ismeretek összefoglalása, elmélyítése,
- **Áramlás keltette rezgések,**
- Áramlástan és a hullámstan áttekintése,
- Áramlástan gépek, szivattyúk, ventilátorok, fűvók, kompresszorok, turbinák, vízturbinák, szélturbinák stb.
- Sajátfrekvenciák, rezonanciák, kritikus sebességek, külső-belső kényszergerjesztések,
- Áramlás keltette rezgések (FIV), -nyomáspulzációk (FIP) és -zajok (FIN) hatása a szivattyú-, ventilátor-, és a gázvezeték rendszerekre,
- Fluid elasztikus instabilitás (FEI),
- Akusztikus eredetű rezgések (AIV), akusztikus sajátfrekvenciák, állóhullámok csőrendszerekben, oszlop- és Helmholtz rezonancia, oldalágak,
- Holtágak (dead legs), blindelt csővégek, kondenzátum gyűjtő rendszerek, szabályozó- vagy biztonsági szelep csatlakozó vezetékek,
- A közegáramlás fojtása (choking), a befulladás (choke) jelensége,
- Vízkalapács, vízütés, nyomás impulzus jelensége zárt csőrendszerekben, védekezés,
- A gyors fázisváltás (flashing) okozta rezgés és instabilitás,
- Turbulencia keltette rezgés (TIV) a Reynolds-szám függvényében,
- Kármán örvénysor, örvényleválás lamináris- és turbulens határreteg esetén, Strouhal periodicitás,
- Keresztirányú áramlás gerjesztette rezgés, turbulencia és örvényleválás hőcserélő csőkötegekben, atomerőművi alkalmazások,
- Kavitációt eredményező mechanizmusok folyadékot szállító berendezésekben, csőrendszerekben, hidraulika rendszerekben,
- Kompresszorok áramlási instabilitása, kiterjesztett jelleggörbék, forgócellás áramlás elakadás (stall), totális áramlási instabilitás (surge) jelensége, antisurge védelem,
- FIV okozta fáradásos meghibásodások, fatigue és fretting, áramlás keltette rezgések csillapítása, védelem kialakítása,
- **Strukturális vizsgálatok,**
- Gépek és szerkezetek strukturális vizsgálata,
- Sajátfrekvenciák, tömeg-rugó-csillapítás modellek, SDOF, MDOF,
- Ütésteszt, FRF, mobilitás mérések
- ODS analízis, üzemi mozgásalakzatok interpretációja,
- Mozcás-animációs vizsgálatok, a rezgés vizualizációja, modellépítés, fázismérések,
- Modálanalízis és FEA,
- Esettanulmányok, gyakorlati példák bemutatása,
- Mérés gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 100 tesztkérdés, 4 óra, elfogadhatósági részarány 70%,**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%.**

4. Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 4/1, (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: rezgésdiagnosztikai mérő és elemző 4/1 szint,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-2 szabvány követelményeivel,

- **A tanfolyam súlyponti kérdései:** balanszírozás, egytengelyűség állítás, károsodás elmélet, gépek üzemeltethetőségi kritériumai
- **Ismétlések,**
- Mechanikai- és villamos eredetű géphibák azonosítása rezgésdiagnosztikával, ismeretek összefoglalása, elmélyítése, hibadiagnosztikai szimptómák áttekintése,
- **Balanszírozás,**
- Kiegyensúlyozatlanság fajtái (statikus, csatolt, dinamikus, v. összetett),
- A kiegyensúlyozatlanság létrejöttének okai,
- A tengely beállítási hiba, csapágyhiba, tengelyütés és excentricitás kizárása,
- Gépek kiegyensúlyozása kritikus sebesség alatt üzemelő gépeknél,
- Turbógépek balanszhiba eloszlása a kritikus sebességeken, kiegyensúlyozás jellegzetességei merev és rugalmas csapágyazásnál,
- 1X rezgési amplitúdó és fázis mérése,
- Vektoralgebra alapjai, a rezgés vektoros ábrázolása, a kiegyensúlyozás lépései,
- Próbasúly, próbafutás, korrekciós súly és futás, próbajáratás, Polár diagram,
- Szabványok előírásai, tolerancia szintek, megengedhetőségi kritériumok
- Egy- és többsíkú kiegyensúlyozás gyakorlata
- Egyik oldalon csapágyazott gépek kiegyensúlyozása
- **Egytengelyűség állítás,**
- Az egytengelyűség hiba megállapítása, az egytengelyűség állítás előnyei, haszna,
- Tengely beállítási hibák fajtái (párhuzamos, v. ofszet, szögbeli- és összetett hiba),
- Szabványok előírásai, toleranciák, tengelysebességek,
- Az egytengelyűség állítás lépései, konvenciói,
- Előzetes beállítás feladatai, puhaláb meghatározása, korrekció,
- Mechanikai lazulás, hajlott tengely és csatolt tengelyütés, csapágyhiba hatása,
- Indikátor óra használata. A 3:00, 12:00, 9:00 módszer,
- Lézeres tengely- és tárcsa beállítás menete,
- A hőtágulás hatása és a hő-kompenzáció,
- Tárcsabeállítás lépései,
- **Károsodás elmélet,**
- Statikus- és dinamikus erők, stresszek, S-N diagramm, Soderberg határvonal, stresszkonzentráló faktorok, korrózió,
- Laterális és torziós fáradásos tengelytörés kialakulása, fejlődése,
- L_{10} csapágyélettartam alakulása a dinamikus erők hatására,
- **Szabványok,**
- Az állapotfüggő karbantartásra (CM) és a rezgésdiagnosztikai monitorozásra (VM) vonatkozó ISO szabványok rendszerének összefoglaló ismertetése,
- Az API (American Petroleum Institute) szabványainak és ajánlásainak célirányos ismertetése,
- **Ipari gépek üzemeltetési korlátai,**
- Kritikus sebesség alatt üzemelő ipari forgógépek üzemeltethetőségi kritériumai,
- Turbógépek üzemeltethetőségi kritériumai,
- Közlőművek és hajtóművek üzemeltethetőségi kritériumai,
- Vízurbinák, szélurbinák üzemeltethetőségi kritériumai,

- AC és DC villanymotorok, generátorok működési kritériumai,
- Esettanulmányok, gyakorlati példák bemutatása,
- Mérési gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 30 tesztkérdés, 2 óra, elfogadhatósági részarány 70%,**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%.**

5. Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 4/2. szint (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: rezgésdiagnosztikai mérő és elemző 4. kategória,
- Feltétel a Rezgésdiagnosztikai tanfolyam 1-4/1. szint sikeres elvégzése,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-2 szabvány követelményeivel
- **A tanfolyam súlyponti kérdései:** 4. generációs karbantartás, rotordinamika, a rezgésdiagnosztikai ismeretek összefoglaló áttekintése, gépállapot felügyelet,
- **Ismétlések: a tananyag integratív áttekintése,**
- Rezgéstani ismeretek, jelfeldolgozás és a vizsgálati módszerek, eljárások ismételése,
- Géphibák azonosítása rezgésdiagnosztikával, ismeretek összefoglalása,
- Gördülő elemes csapágyak és rezgésdiagnosztikai vizsgálati módszerei,
- Silócsapágyas gépek, Orbit Analízis,
- A balanszírozás és az egytengelyűség állítás módszereinek ismételése
- Gépek üzemeltethetőségi kritériumainak ismételése,
- Rezgésdiagnosztikai szabványok átfogó összefoglalása,
- **Negyedik generációs ipar és karbantartás,**
- A karbantartási stratégiák, taktikák összefoglalása,
- A digitalizáció, az MI módszerek, a robotizáció, az automatizált gyártás, a gépek közti kommunikáció (M2M), az eszközök internetes kapcsolata (IoT), a nano technológia, a kvantum számítástechnika, a 3D nyomtatás, a decentralizált konszenzus, a teljesen önvezető autók, stb, a 4. generációs iparban,
- A 4. generációs karbantartás kialakulása, sajátosságai,
- **Rotordinamikai ismeretek áttekintése,**
- Rotordinamikai jelenségek, fejlesztői- és tervezői előírások, mérnöki- és tervezési szabványok (ISO, API),
- Tranziens rezgések, gerjesztett harmonikus rezgések, sajátfrekvenciák,
- Különböző csapágyazás típusok, merev és a flexibilis csapágyazás, a kiegyensúlyozatlan tömeg hatása a rotor viselkedésére,
- A gördülőcsapágyak, a sima egyszerű csapágycsészé, egy- és több hordozófelületű folyadékfilm csapágyak, szegmenscsapágyak (hidrodinamik és hidrosztatikus), permanens- és elektromágneses kivitelezésű mágnescsapágyak,
- A kenőanyag rendszerek, a kenőanyag hűtés hatása a gépek rotordinamikai viselkedésére,
- Perturbációs tényezők meghatározása,
- Instabilitási térkép, a tengelyközéppont orbit meghatározása, merev és rugalmas rotorok stabilitás analízise,
- Lineáris és nemlineáris rotordinamikai analízis,
- Morton-Newkirk effektus, stabilitási küszöbértékek, szinkron termikus dinamikai instabilitás,

- Részleges rotor-sztátor súrlódás,
- Nagytömegű rotorok laterális, axiális és torziós lengése, rezgése, sajátfrekvenciái,
- Campbell diagram, torziós gerjesztések és interferenciák,
- Torziós rendszerek fogaskerék áttétellel, nyomatékmérés, öngerjesztett torziós lengések, torziós instabilitás,
- Nagyteljesítményű villanymotorok, VFD-k, hajtóművek, szivattyúk, turbókompresszorok, dugattyús gépek torziós analízise, instabilitási problémái,
- Modálanalízis és a rotordinamika együttes alkalmazása,
- **Gépállapot felügyelet,**
- Gépállapot felügyeleti tevékenység feladatai, szervezése a gyakorlatban,
- Követelmények a diagnosztikai és védelmi rendszerekkel szemben,
- Gördülőelemes gépek gépvédelmi rendszereinek feladatai, felépítése,
- Silócsapágyas gépek, turbógépek gépvédelmi rendszereinek feladatai, felépítése,
- Offline rezgésdiagnosztikai rendszerek feladatai, felépítése,
- Online rezgésdiagnosztikai rendszerek feladatai, felépítése,
- Dugattyús kompresszorok diagnosztikai- és védelmi rendszerei,
- Esettanulmányok, gyakorlati példák bemutatása,
- Mérési gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 60 tesztkérdés, 3 óra, elfogadhatósági részarány 70%,**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%.**

6. Termográfia tanfolyam 1. szint (T1) (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: termográfiai mérő és elemző 1. kategória,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-7 szabvány követelményeivel,
- Termográfia elméleti alapjai,
- Hő közlés módjai, a hőszugárzás fizikája,
- Érintkezés nélküli hőmérsékletmérés,
- A termográfia fejlődése,
- Stefan-Boltzmann törvény,
- Kirchhoff törvény,
- Planck-féle sugárzási törvény,
- Wien eltolódási törvénye,
- Fekete-, szürke- és színes testek, az emissziós tényező,
- A levegő spektrális transzmissziós képessége, atmoszférikus ablakok,
- A hőkamerák felépítése, tulajdonságai,
- Anyagok IR sugárzás áteresztő képessége,
- Az IR kamerák optikai anyagai,
- Infra detektor típusok, IR lencsék, tükrök,
- Refraktív, reflektív IR optikai rendszerek,
- Felbontás, látószög, FOV, IFOV,
- Hődetektoros vidikon rendszerek, PEV, alkalmazások,
- Focal Plane Array (FPA) rendszerek, alkalmazások,
- IR szkennerek és alkalmazásaik,

- Termokamerák kezelésének elsajátítása, mérések,
- Korrekt hőmérséklet mérés, emissziós tényező meghatározás,
- Hőképek elemzésének alapjai,
- Mérések termokamerával, jelentéskészítés,
- Emissziós-, reflexiós- és transzmissziós tényezők szerepe,
- A levegő spektrális transzmissziós képessége, atmoszférikus ablakok (részletesen),
- Termovíziós vizsgálatok alkalmazása a PdM karbantartási stratégiában,
- Termoképek analízisének és interpretációjának finomhangolása,
- Téves interpretációk csapdáinak elkerülése,
- Alkalmazások gépek mechanikai- és villamos hibáinak kimutatására,
- Alkalmazások a gyártásfelügyelet, a minőségbiztosítás területén,
- Alkalmazások az iparban (termelés felügyelet, karbantartás, mechanikai és villamos eredetű hibák azonosítása),
- Épület IR diagnosztika (szigetelés vizsgálatok, hűtőházak, lakóépületek),
- Katonai és őrzésvédelmi alkalmazások,
- Alkalmazások egyéb területeken (gyógyítás, mezőgazdaság stb.),
- Alkalmazások a kutatás-fejlesztés területén,
- IR mérések analízisének és interpretációjának elmélyítése,
- Termovíziós vizsgálatok összekapcsolása más PdM technológiákkal,
- A sikeres termográfiai programok szervezése, menedzselése,
- Az IR vizsgálati folyamatok megértése, szervezése,
- Az IR tevékenység megszervezésének biztonsági kérdései,
- Termográfiai vizsgálatok és a gépállapot felügyelet kapcsolata,
- Esettanulmányok, gyakorlati példák bemutatása,
- Mérési gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 60 tesztkérdés, 2 óra, elfogadhatósági részarány 75%,**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%.**

7. Ultrahang Emissziós Gépállapot Vizsgálat tanfolyam 1. szint (UH1) (4 nap, 30 óra)

- Kompetencia: ultrahang emissziós mérő és elemző 1. kategória,
- A kurzus összhangban van az ISO 18436-8 szabvány követelményeivel
- Hangtani ismeretek, hangtér, hangtartományok,
- Az emberi hallás fiziológiája,
- Az ultrahang fizikai jellemzői,
- Hangtér, hangtartományok, az ultrahang terjedése,
- Léghangok és szerkezetekben terjedő testhangok viselkedése, mérése,
- Ultrahang vizsgáló műszer felépítése, kezelése, mérések,
- A mérőeszközök előnyeinek és korlátainak ismerete,
- A megfelelő feldolgozó szoftverrel szemben támasztott követelmények,
- A mérőműszerek beállítása és verifikációja,
- UH jelek mérése és diagnosztikai kiértékelése frekvencia- és időtartományban,
- Az ultrahang diagnosztika tipikus alkalmazásainak áttekintése,
- Szivárgás detektálás, nyomástartó edények, nagynyomású csővezetékek,

- Gőz- és gázrendszerek inspekcója,
- Villamos- és mechanikai eredetű géphibák meghatározása,
- Csapágyhibák kiderítése,
- Állapotfüggő kenés, kenőanyag hiány, túlkenés,
- Elektromos kisülések, villamos hibák meghatározása,
- Villamos szekrények, villanymotorok, transzformátorok vizsgálata, működési kritériumai,
- Magas feszültségű vezetékek koronakisüléseinek vizsgálata,
- Hőcserélők, kompresszorok, nagynyomású levegő rendszerek vizsgálata,
- Szelepek, hidraulikus szelepek vizsgálata,
- Elektromos kisülések, villamos hibák bonyolultabb eseteinek meghatározása,
- Mérések zajos környezetben, az eredmények igazolása,
- Ultrahang jelek rögzítése, elemzése, jelentéskészítés,
- Ultrahang- és IR vizsgálatok integrálása,
- Teszt eredmények osztályozása és kiértékelése, ideértve az elfogadhatósági tesztek,
- Elfogadhatósági kritériumok, szabványok, specifikációk,
- Hibadiagnosztikai jelentések készítése, javaslatok korrekciós beavatkozásra,
- Inspekciók tervezése, szervezése, trendfigyelés,
- Esettanulmányok, gyakorlati példák bemutatása,
- Mérési gyakorlatok, elemzések a Diagnosztikai Gyakorló Központban,
- **Elméleti vizsga: 60 tesztkérdés, 2 óra, elfogadhatósági részarány 70%**
- **Gyakorlati vizsga: 4 mérés kiértékeléssel, 1 óra, elfogadhatósági részarány 75%**