
Držiteľ certifikátu systému kvality podľa STN EN ISO 9001
Reg.číslo: SK 01-0803-062

INFORMAČNÁ ŠTÚDIA

Predmet: Problematika skúšania lopatiek turbín
Dátum správy: 21.11.2008
Autori správy: Ing. Pavol Kučík

.....
Ing. Pavol Kučík, riaditeľ

Úvod

Problematika skúšania lopatiek turbín je komplexný problém. Hľadanie vnútorných chýb pomocou ultrazvuku je vhodnou metódou ale je veľmi náročné. Spôsobuje to rozmanitý tvar zámkov, otvorov, zakrivených plôch nevhodných na presné uloženie snímacích sond a vhodné smerovanie ultrazvukového signálu do požadovaných oblastí. Táto správa má za úlohu upovedomiť, výrobcov, prevádzkovateľov turbín, resp. servisné firmy aká metodika sa v súčasnosti používa a aká je náročnosť a postup pri zavádzaní ultrazvukových skúšok lopatiek turbín.

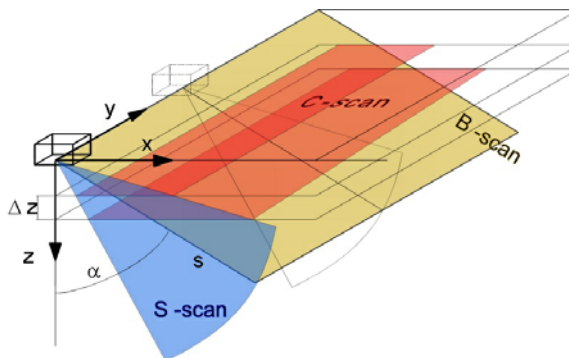
Popis kontrolovaného objektu , rozsah a účel kontroly

Testované lopatky sú mnohokrát veľmi rozdielneho typu, tvaru – v závislosti od výrobcu a účelu použitia.

Na overenie schopnosti NDT metód zistiť definované druhy necelistvostí, ktoré by sa mohli v reálnej prevádzke u skutočných lopatiek vyskytnúť sú v prvom rade nevyhnutné testovacie miery. Tieto sú z hľadiska geometrie, materiálu a technológie výroby zhodné s lopatkami reálneho dielu SAOZ. Obsahujú však umelé necelistvosti aj implantované prirodzené chyby. Vzhľadom na fakt, že sa jedná o geometricky zložité tvary, ktoré sa spravidla štandardnými ultrazvukovými technikami skúšajú veľmi obtiažne, je opodstatnené preveriť viaceré techniky ultrazvukového skúšania a na základe výsledkov takýchto testov vybrať najvhodnejšiu z nich pre skúšanie v reálnych prevádzkových podmienkach. V poslednom období sa najviac využíva technika Phased Array.

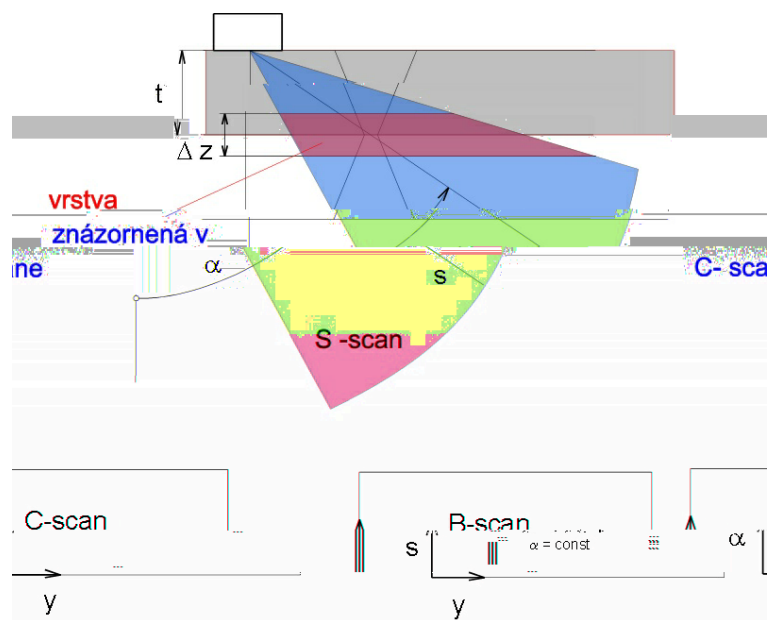
Zobrazovanie indikácií pomocou Phased Array techniky

Pri skúšaní technikou phased array sa používa niekoľko spôsobov zobrazenia indikácií, z ktorých každý má svoje výhody aj nevýhody. Pri pohybe sondy po skúšobnom povrchu kontinuálne zaznamenáva celý sektor A - scanov, v ktorom sa vychyluje ultrazvukový zväzok. Pri každom impulze z enkodéra snímajúceho dráhu sondy po skúšobnom povrchu sa do pamäti zaznamenáva súradnica sondy a sektorové zobrazenie (S - scan) v danom mieste (Obr.1). Z takto nazbieraných S - scanov sa potom podľa voľby operátora vyberá A - scan pre zvolený uhol, B - scan pre zvolený uhol a C - scan zobrazujúci určitú hĺbkovú vrstvu materiálu určenú umiestnením a šírkou brány. Hoci A - scan a B - scan znázorňujú chyby v smere prezvučovania, zvykne sa u nich namiesto dráhy „s“ ultrazvuku na zvislú os vynášať hĺbka, teda hodnota „s. $\cos(\alpha)$ “.



Obr.1 Spôsoby zobrazenia nálezov pri šikmom prezvučovaní

V žiadnom zobrazení sa nezohľadňuje odraz na protiľahlom povrchu (nepreklápa sektorový obraz nahor pre dráhy väčšie ako polkrok), t.j. defekty zachytené odrazeným lúčom znázorní tak, ako by ležali v hĺbke väčšej ako hrúbka materiálu. C-scan sa pri šikmom prezvučovaní tiež nezobrazuje ako pohľad na zvolenú vrstvu materiálu zhora, ale ako pohľad na túto vrstvu, ktorý by sme videli z pozície sondy, t.j. jednou jeho súradnicou je uhol vychýľovania a druhou dráha pohybu sondy. (Obr. 2).



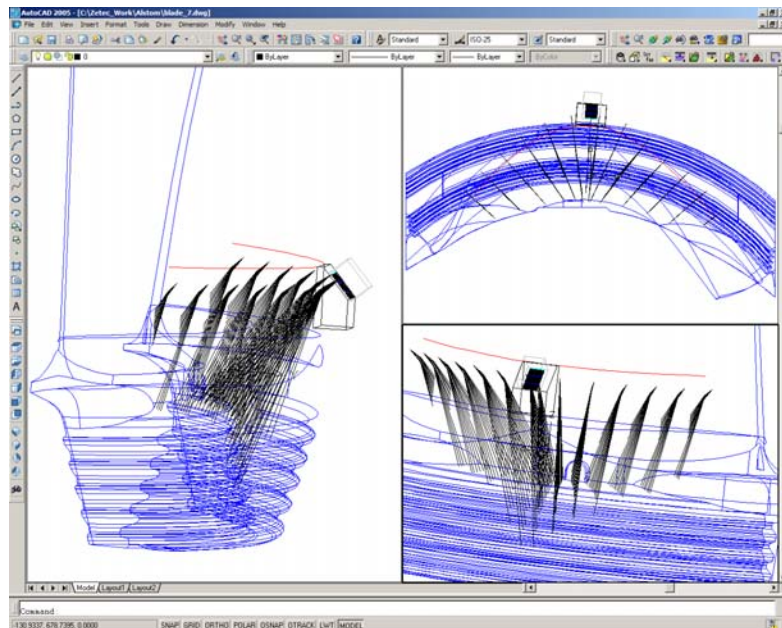
Obr.2 Znáročovanie nálezov pri skúšaní V zvaru

Metodika skúšania lopatiek turbín

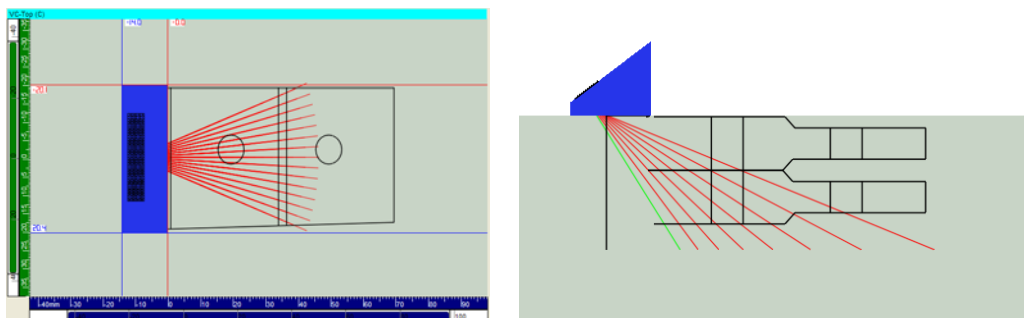
Podľa našich skúseností spolupracujúcich expertov - odborníkov fy Zetec sa problematika kontroly rieši nasledovných krokoch:

- A. Návrh, simulácia a spôsob využitia techniky Phased Array (ďalej len PA)
Tzv. ŠTÚDIA

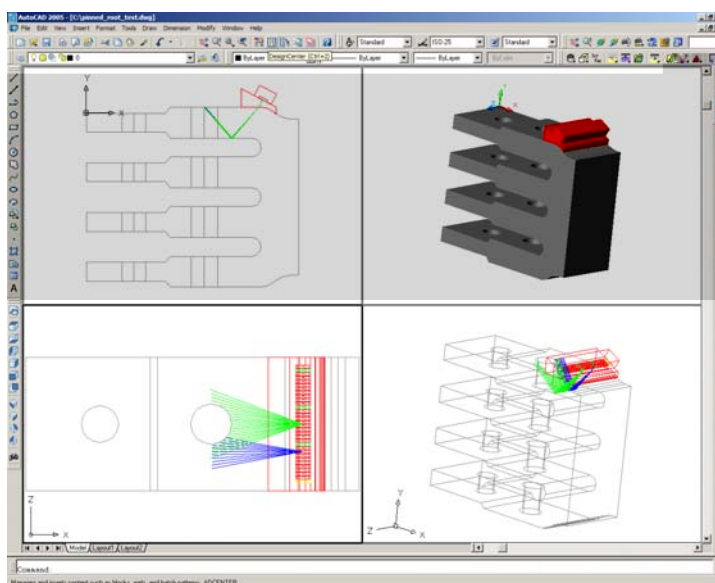
Pri každom začiatku riešenia problém kontroly je nevyhnutné získať výkresy kontrolovaných lopatiek v CAD. Tieto CAD obrázky sa využijú spolu so špeciálnym simulačným software tak aby sa preverili všetky možnosti polohovania sond PA, smerovania a fokusácie ultrazvukového zväzku. Len takto sa predom odhalia všetky problémy súvisiace s kontrolou necelistvostí v zámkoch, resp. tele lopatky.



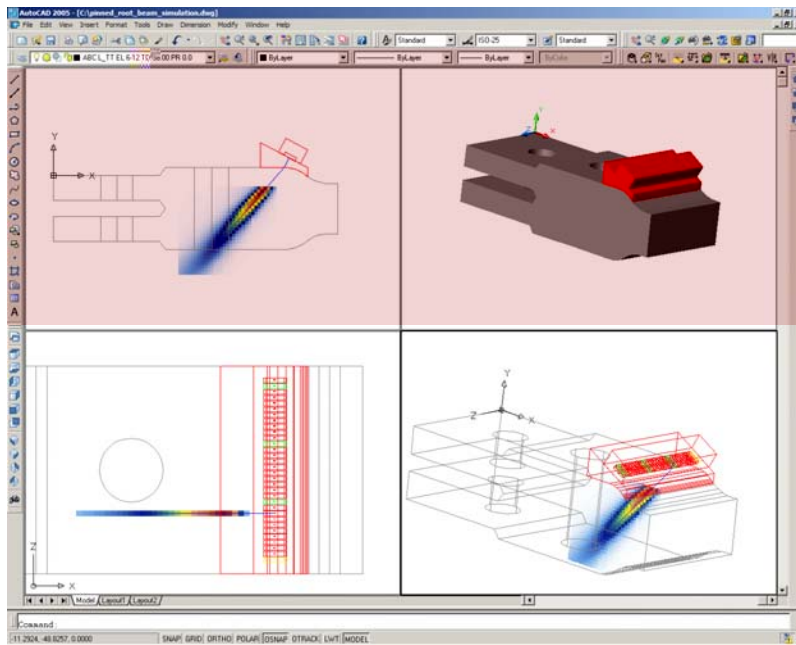
Obr.3 Simulácia smerovania UT signálu do jednotlivých kritických zón zámku



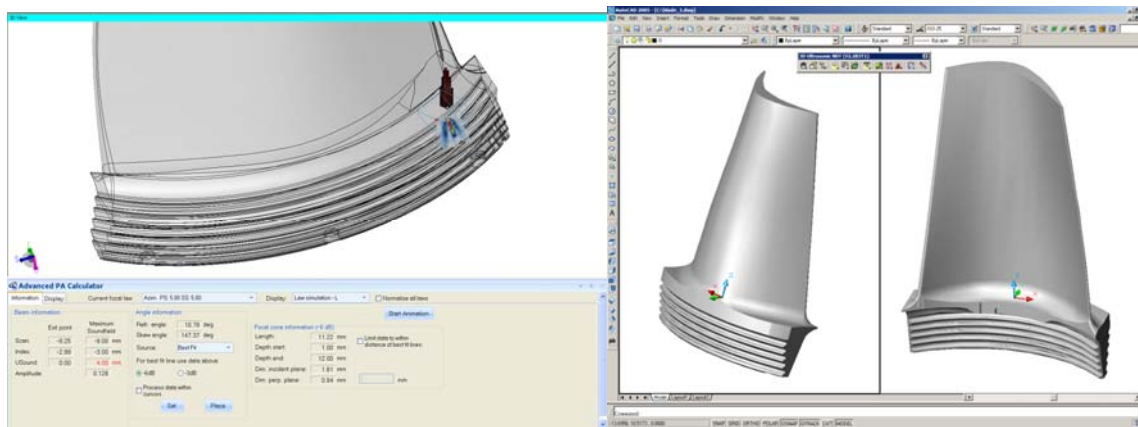
Obr.4 Overenie sektorového skenovania oblasti vývrtu zámkov



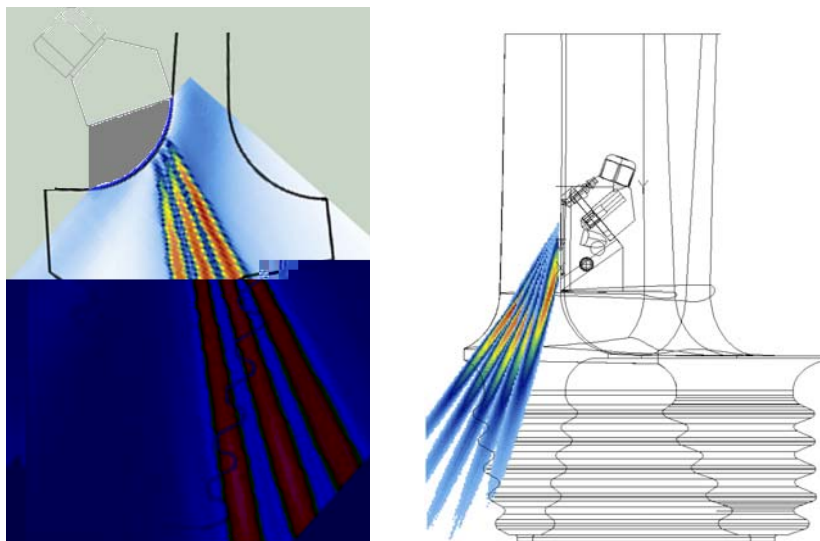
Obr.5 Stanovenie polohy, tvaru sondy a spôsobu prezvučovania lopatky so 4 zámkami



Obr.6 Stanovenie polohy, tvaru sondy a spôsobu prezvučovania lopatky s 2 zámkami



Obr.7 – Simulácia UT zväzku – overenie si možností kontroly



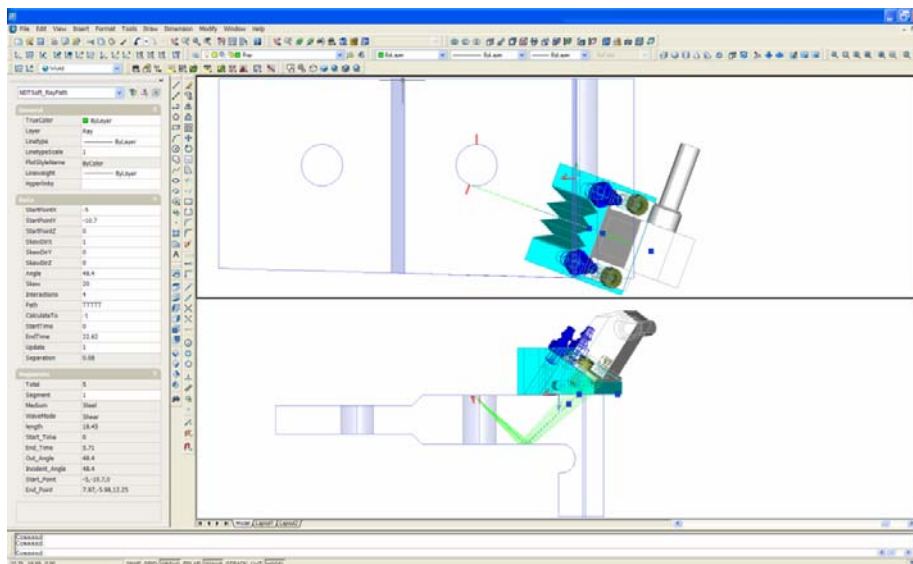
Obr.8 – Simulácia UT zväzku – overenie si rozsahu objemu kontroly lopatky

B. Návrh, špecifikácia UT zariadenia

Štúdia charakterizuje všetky problémy merania, stanoví možnosti umiestnenia PA sond, rozsah kontroly, nároky na fokusovanie, smerovanie UT signálu, stanoví problematické zóny kontroly.

Po spracovaní prvotnej štúdie, kde sa zohľadnia všetky aspekty kontroly, rozsah použitia a stanoví sa predpoklad citlivosti sa pristúpi k návrhu testovacích vzoriek.

Tieto musia mať stanovené umelé chyby, tak aby sa dala overiť prakticky citlivosť a spoľahlivosť merania



Obr. 9 Simulácia fokusácie a návrh kalibračnej mierky s umelou drážkou

Musíme podotknúť, že bez výroby niekoľkých testovacích vzoriek, s rôzne definovanými chybami nie je možné absolútne spoľahlivo analyzovať merania a prípadne korigovať ďalší postup presného merania

C. Návrh a použitie UT zariadenia

Z hľadiska kontroly doporučujeme nasledovné PA zariadenia

1. DYNARAY - vhodné zariadenie pre plne automatizované kontroly
- 2.



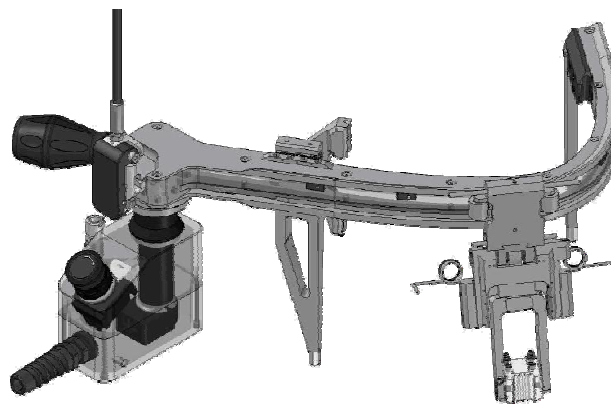
Obr. 10 Zariadenie DYNARAY 32/256 PR

3. OmniScan PA - vhodné zariadenie pre ručné a poloautomatizované kontroly. Z hľadiska aplikácie vyžaduje znač. Z hľadiska aplikácie vyžaduje značné praktické skúsenosti

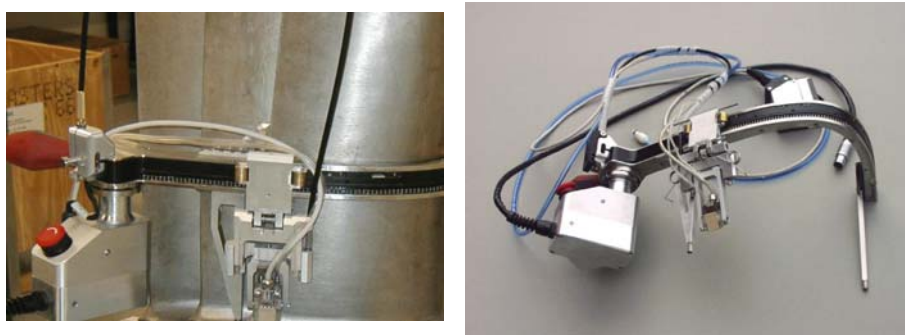


Obr. 11 OmniScan PA32/128 PR

D. Návrh a dodávka skenera – pri automatizovaných kontrolách

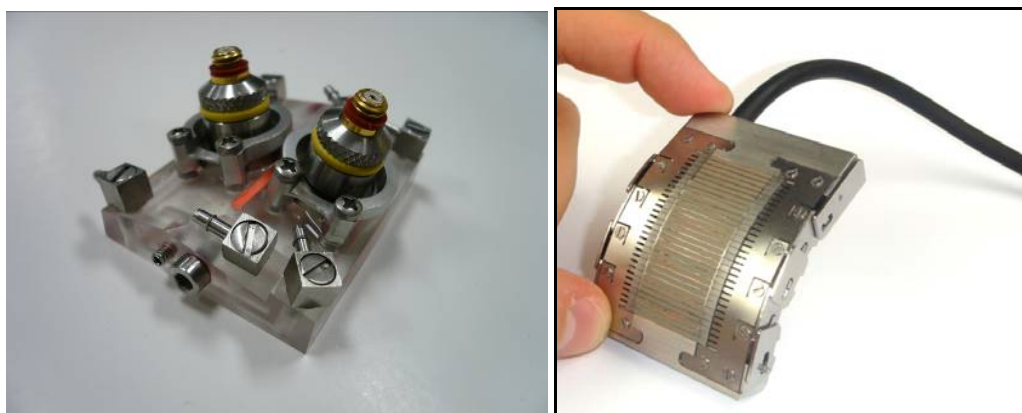


Obr. 12 – Návrh skenera pri automatizovaných kontrolách



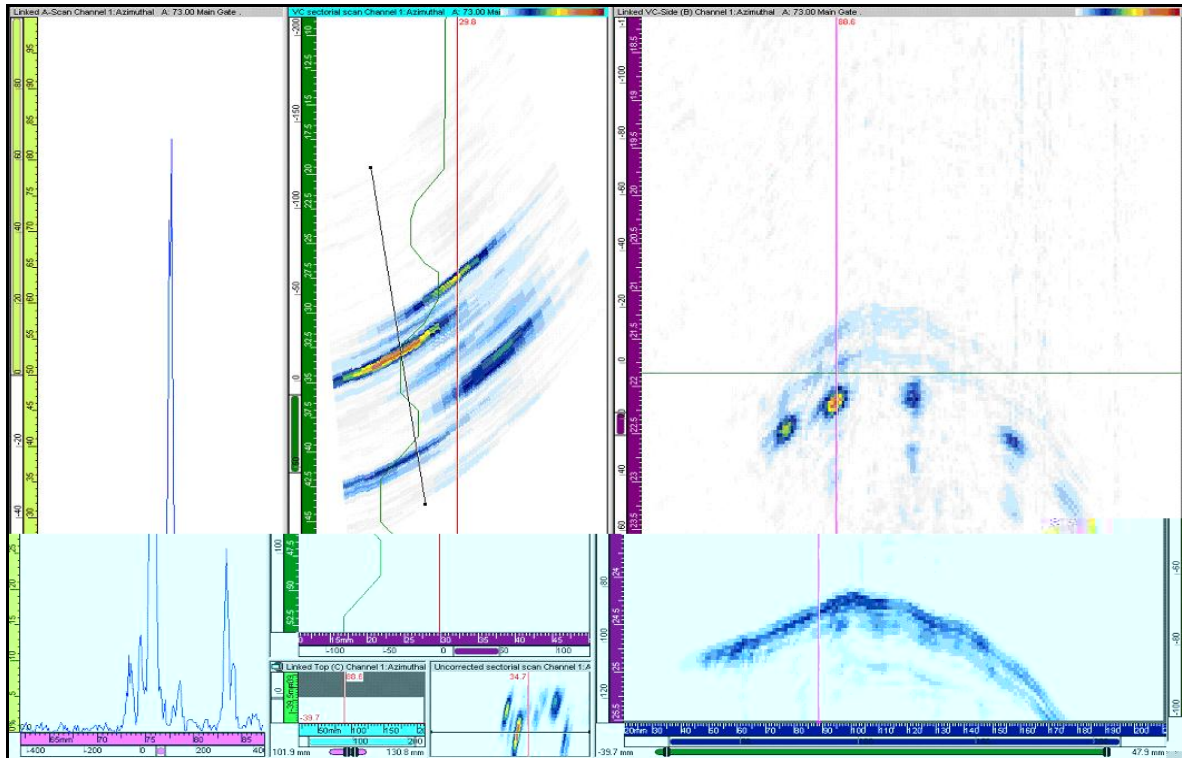
Obr. 13 Realizácia skenera pre kontroly zámkov turbín

E. Výroba a dodávka PA sond - vhodné 1D a 2D matrix array sond

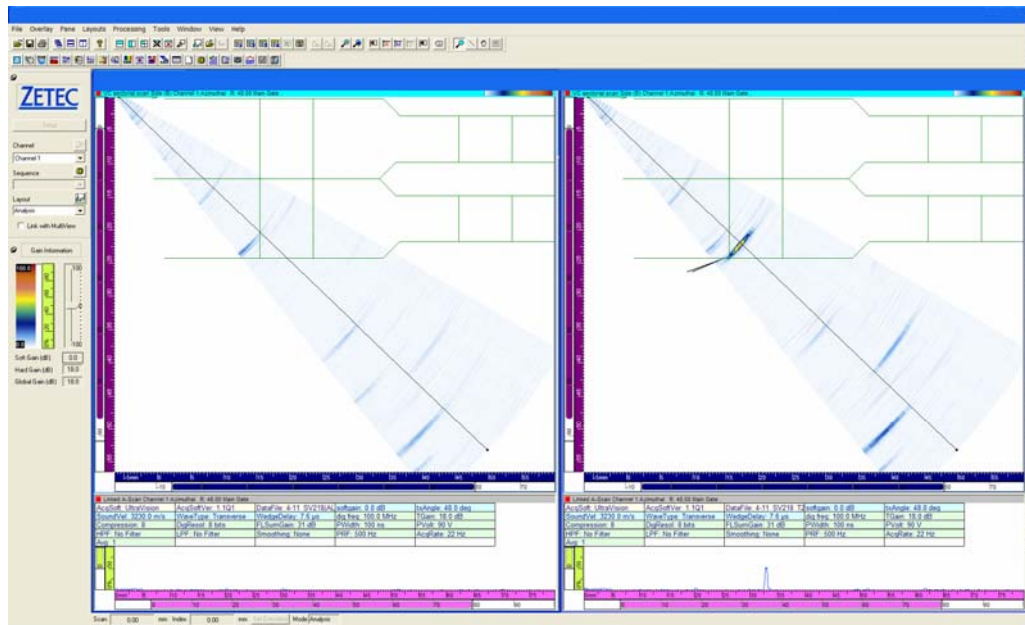


Obr.14 – PA 2D matrix sonda na zámky a flexibilná PA sonda na lopatky

F. Dodávka a zaškolenie na Software UltraVision® pre analýze nameraných dát



Obr.15 Súčasné zobrazenie A - scanu S - scanu a C-scanu pri skúšaní zámku turbíny pomocou software UltraVision – znázornenie nálezu v CAD obrázku.



Obr.16 Sektorový sken pri skúšaní zámku turbíny pomocou software UltraVision – znázornenie nálezu v CAD

ZÁVER

Návrh a realizácia skúšobnej PA metodiky lopatiek a zámkov lopatiek turbín je náročná záležitosť a vyžaduje si odborný tím, skúsenosti, technické pomôcky a hlavne dostatok času na riešenie kontroly.

Nie bez predošlých krokov možné zodpovedne pristúpiť k stanoveniu postupu merania, výkonu merania a definovanie citlivosti metodiky – tzn. určenia limitnej citlivosti odhalenia chýb.

Pre užívateľov jednoznačne doporučujeme začať prvotnou štúdiou, ktorá odhalí všetky problémy a nastolí postup pri meraní, zvolí alebo navrhne vhodnú techniku, upozorní na nedostatky. Náklady pri takejto štúdii sa pohybujú v rozmedzí 25-30.000,- EUR

Až potom sa dá pristúpiť k zabezpečeniu techniky, resp. osloviť servisná firma, ktorá na základe spracovanej štúdie pripraví a vykoná meranie. Pri vybavení sa technikou, resp. sondami, software a skenermi sa musí počítať s nákladmi v rozmedzí 130 - 210.000,- EUR.