

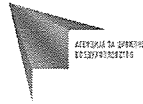

Република Северна Македонија
Republika e Maqedonisë së Veriut
Агенција за цивилно воздухопловство
Agjencia e Aviacionit Civil
Бр. Nr. 09-359/1
27-02-26
Скопје-Shkup



**АГЕНЦИЈА ЗА ЦИВИЛНО
ВОЗДУХОПЛОВСТВО**

**УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА
КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА
ACR-PCR МЕТОД**

AGA-GM-007



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

СОДРЖИНА

| | |
|--|----|
| ПРИЛОГ | 4 |
| КРАТЕНКИ | 5 |
| ДЕФИНИЦИИ..... | 5 |
| ОБЈАСНУВАЊЕ НА СИМБОЛИТЕ | 6 |
| ЛИСТА НА ИЗДАНИЈА И РЕВИЗИИ | 6 |
| СПИСОК НА ВАЖЕЧКИ СТРАНИЦИ | 7 |
| ВОВЕД СО ПРЕОДНИ И ЗАВРШНИ ОДРЕДБИ..... | 8 |
| ТАБЕЛА НА ОДОБРУВАЊЕ..... | 9 |
| СПИСОК НА ДИСТРИБУЦИЈА..... | 9 |
| РЕФЕРЕНТЕН ДОКУМЕНТ | 9 |
| • Опсег и намена | 10 |
| • Вовед..... | 10 |
| • Главен дел..... | 11 |
| 1. КОЛОВОЗИ НА АЕРОДРОМ..... | 11 |
| 1.2 Коловоз..... | 11 |
| 1.3 Видови на коловози..... | 11 |
| 1.3.1 Флексибилен коловоз..... | 11 |
| 1.3.2 Крут коловоз | 11 |
| 1.3.3 Композитен коловоз | 11 |
| 2. ACR..... | 11 |
| 2.1 Категории на носивост на постелката од долниот строј на коловозната конструкција..... | 12 |
| 2.2 Определување на Јунгов модул на еластичност E..... | 13 |
| 2.2.1 Определување на Јунгов модул на еластичност E за флексибилни коловозни конструкции | 13 |
| 2.2.2 Определување на Јунгов модул на еластичност E за крути коловозни конструкции | 13 |
| 2.3 ACR за крути коловозни конструкции | 14 |
| 2.4 ACR за флексибилни коловозни конструкции | 14 |
| 2.5 Начин на определување на ACR | 14 |
| 3. PCR..... | 15 |
| 3.1 CDF концепт..... | 16 |
| 3.2 Параметри за определување и известување за носивоста на коловозот | 17 |
| 3.2.1 Ознаки според тип на коловозна конструкција | 17 |
| 3.2.2 Категории на носивост на постелката од долниот строј на коловозната конструкција; .. | 17 |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

| | | |
|---------|---|----|
| 3.2.3 | Максималниот дозволен притисок во гумите е поделен согласно следните категории. | 17 |
| 3.2.4 | Методи за оценување на носивоста на коловозната конструкција | 17 |
| 3.2.4.1 | Техничка евалуација - Ознака Т | 17 |
| 3.2.4.2 | Искусвена метода - Ознака U | 18 |
| 4. | ПРЕПОРАЧАНА ПРОЦЕДУРА ЗА ТЕХНИЧКА ЕВАЛУАЦИЈА (Т) | 18 |
| 4.1 | Постапка за определување на PCR | 18 |
| 5. | ПРЕПОРАЧАНА ПРОЦЕДУРА ЗА ИСКУСТВЕНА МЕТОДА (U) | 20 |
| 6. | КОРИСТЕЊЕ НА ПОЛЕТНО-СЛЕТНА ПАТЕКА НА АЕРОДРОМИТЕ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА ЗА ОПЕРАЦИИ НА ПРЕОПТОВАРУВАЊЕ | 21 |
| 6.1 | Критериуми за преоптоварување | 21 |
| • | Заклучок | 22 |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА
НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА
АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА АСР-РСР МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

ПРИЛОГ

| Број | Ознака |
|----------|--------|
| Прилог 1 | / |
| Прилог 2 | / |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА
НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА
АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

КРАТЕНКИ

| Кратенка | Значење |
|----------|--|
| АЦВ | Агенција за цивилно воздухопловство |
| ACR | Aircraft classification rating- Оценка/индекс за класификација на воздухоплови |
| CDF | Cumulative damage factor – Кумулативен фактор за оштетување |
| CBR | Californian bearing ratio - Калифорниски индекс на носивост |
| PCR | Pavement classification rating – Оценка/индекс за класификација на коловоз |
| MAGW | Maximum allowable gross weight – Максимална дозволена бруто тежина |
| AIP | Зборник на воздухопловни информации |
| ИКАО | Меѓународна организација за цивилно воздухопловство |
| E | Јунгов модул на еластичност |

ДЕФИНИЦИИ

| Термин | Дефиниција |
|---|---|
| Оценка за класификација на воздухоплови (ACR) <i>Aircraft classification rating (ACR)</i> | Број кој го изразува релативниот ефект од воздухопловот на коловозот за специфицирана стандардна носивост на постелката од долниот строј на коловозната конструкција. A number expressing the relative effect of an aircraft on a pavement for specified standard subgrade strength. |
| Оценка за класификација на коловози (PCR) <i>Pavement classification rating (PCR)</i> | Број што ја изразува јачината/носивоста на коловозот за неограничен број на операции. A number expressing the bearing strength of a pavement for unrestricted operations. |
| Постелка (Subgrade) | Постелка е припремена површина од долниот строј (30-50cm) преку која се полага коловозната конструкција на аеродромот. |
| Долен строј на коловозна конструкција | Долниот строј или трупот на коловозот претставува основа на која се поставува горниот строј од коловозната конструкција од аеродромот кој служи за совладување на нерамнини на теренот и за пренесување на оптоварувањата од горниот строј од воздухопловите кои се движат по него на природното тло. |
| Коловоз | Коловоз е конструкција која се состои од неколку хоризонтални слоеви и е носечка структура изградена на природен терен. |

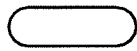


УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

ОБЈАСНУВАЊЕ НА СИМБОЛИТЕ

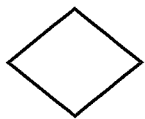
Подолу е наведено објаснување на симболите на дијаграмот на текот на процесот кои се користени во ова упатство.



Почеток/крај на процедурата



Активност



Контролна ставка, контролна активност



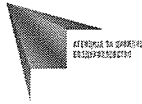
Документ, информација



Точка на спојување

ЛИСТА НА ИЗДАНИЈА И РЕВИЗИИ

| Рев.бр. | Датум | Внесена од | Опис на ревизијата |
|---------|------------|------------------|--------------------|
| 00 | 25.02.2026 | Блажена Пејовска | Прво издание |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА
НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА
АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

СПИСОК НА ВАЖЕЧКИ СТРАНИЦИ

| Страна | Издание | Рев. | Датум |
|--------|---------|------|------------|
| 2 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 3 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 4 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 5 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 6 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 7 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 8 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 9 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 10 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 11 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 12 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 13 | 01 | 00 | 25.02.2026 |

| Страна | Издание | Рев. | Датум |
|--------|---------|------|------------|
| 14 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 15 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 16 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 17 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 18 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 19 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 20 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 21 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| 22 | 01 | 00 | 25.02.2026 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

ВОВЕД СО ПРЕОДНИ И ЗАВРШНИ ОДРЕДБИ

Упатството е издадено од страна на:

Агенција за цивилно воздухопловство
Даме Груев 1, 1000 Скопје, Северна Македонија

Се забранува копирање или умножување на овој материјал без претходна писмена согласност на издавачот. Со денот на влегување во сила на ова упатство престанува да важи AGA-GM-007 Упатство за определување и известување на носивост на коловозната конструкција на аеродром со примена на ACR-PCR метод (бр. 12-483/1 од 02.04.2024 година).

Ова издание на ова упатство влегува во сила со денот на донесувањето. Секоја понатамошна ревизија на ова упатство влегува во сила со денот наведен во Табелата на одобрување.

За издавачот
Драги Стојаноски, директор на АЦВ





УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА
НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА
АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

ТАБЕЛА НА ОДОБРУВАЊЕ

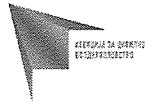
| | Име и позиција | Датум | Потпис |
|---------------------------------|---|------------|--------|
| Подготвил: | Блажена Пејовска, Помлад соработник за аеродромска инфраструктура | 25.02.2026 | |
| Контролирал: | Раим Бајрами, Раководител на одделение за аеродромски услуги и инфраструктура | 25.02.2026 | |
| Извршил проверка на квалитетот: | Кире Колевски, Раководител на одделение за SQS и мониторинг на усогласеност | 25.02.2026 | |
| Одобрил: | Драги Стојаноски, Директор | | |

СПИСОК НА ДИСТРИБУЦИЈА

| Примерок бр. | КОРИСНИК | ВИД НА ФОРМА | БРОЈ НА ПРИМЕРОЦИ |
|--------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| 1. | Архива | Оригинал-примерок во хартиена форма | 1 |
| 2. | Раководител на SQS и мониторинг на усогласеност | Оригинал-примерок во хартиена форма | 1 |
| 3. | Раководител на одделение за аеродромски услуги и инфраструктура | Оригинал-примерок во хартиена форма | 1 |
| 4. | АЦВ Share | Дигитален примерок | 1 |
| 5. | Веб страна на АЦВ | Дигитален примерок | 1 |

РЕФЕРЕНТЕН ДОКУМЕНТ

| | Код на документот | Назив на документот |
|----|---------------------------------|---|
| 1. | SQS-MAN-001 | Integrated Quality System Manuel |
| 2. | Службен весник на РСМ (во сила) | Закон за воздухопловство |
| 3. | ИКАО Анекс 14, Вolumes 1 | Проектирање и операции на аеродром Деветто издание, јули 2022 година ISBN 978-92-9265-735-2 |
| 4. | ИКАО Документ 9157, Дел 3 | Прирачник за проектирање на аеродром Трето издание, 2022 година ISBN 978-92-9265-889-2 |



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

• Опсег и намена

Упатството е водич за стручниот кадар во Агенцијата за цивилно воздухопловство и вработените во воздухопловните субјекти (оператор на воздухопловно пристаниште) при определување и известување на носивоста на коловозната конструкција на аеродром со примена на ACR-PCR метод.

• Вовед

ACR-PCR методот за определување на носивоста на коловозната конструкција е нов систем за класификација којшто е применлив од ноември 2024 согласно ИКАО. Методот го следи амандманот 15 на Анекс 14 на ИКАО кој го заменува ACN-PCN методот со ACR-PCR. Методот ACR е сличен по концепт на ACN, но со следните разлики:

1. Целосно солевита еластична основа за крути и флексибилни коловозни конструкции;
2. Остануваат четири стандардни категории на носивост на постелката дефинирани со модулот на еластичност E (не CBR или k);
3. ACR ги зема предвид сите тркала на стојниот трап;
4. Стандардниот притисок во гумите е зголемен на 1,5 МПа;

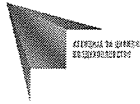
Изведеното оптоварување на едно тркало (DSWL) се изразува во стотици килограми (наспроти илјадници)

Методот ACR-PCR е наменет за пресметување на носивоста на аеродромските коловозни конструкции, а вредноста којашто се добива како PCR служи за известување на носивоста на коловозот и истиот се објавува во Зборникот на воздухопловни информации (AIPs). Овој метод не се однесува за проектирање на коловозните конструкции.

Вредноста на PCR што треба да се објави е таква што носивоста на коловозот е доволна за тековниот и идниот сообраќај на анализирани воздухоплови и истата треба повторно да се определи доколку сообраќајот значително се промени. Значителна промена во сообраќајот би била означена со воведување на нов тип на воздухоплов или зголемување на тековните нивоа на сообраќај на воздухоплови кои не се земени предвид во PCR анализата. Операторот на аеродром може да користи кој било метод по свој избор за да го одреди степенот на оптоварување на својот коловоз, под услов да го користи концептот CDF.

За да се олесни користењето на методот, производителите на воздухоплови ги објавуваат деталите за карактеристики на нивните воздухоплови вредностите на ACR пресметани со две различни маси (максималната маса на платформа и работна маса на празен воздухоплов) за крути и флексибилни коловозни конструкции, како и за четирите стандардни категории на носивост на постелката од долниот строј од аеродромската коловозна конструкција.

Компјутерската програма ICAO-ACR, обезбедува определување на ACR на секој воздухоплов на која било маса и позиција на центарот на гравитација (CG). Треба да се истакне дека масата што се користи при пресметката на ACR е „статична“ маса и не се определува додаток за зголемување на оптоварувањето преку динамичките ефекти.



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

Методот ACR-PCR, исто така, предвидува известување за следните информации во однос на видот на коловоз:

- а) тип на коловоз;
- б) категорија на носивост на постелката од долниот строј на коловозната конструкција;
- в) максимален дозволен притисок во гумите; и
- г) користен метод за проценка на коловозот.

ACR на воздухопловот се споредува со PCR на коловоз (ПСП). Ако ACR е помало или еднакво го на PCR, тогаш воздухопловот може да оперира на ПСП без ограничување. Меѓутоа, кога ACR го надминува PCR, потребна е посебна дозвола од аеродромскиот оператор за употреба на аеродромските коловозни конструкции за операции со преоптоварување.

- Главен дел

1. КОЛОВОЗИ НА АЕРОДРОМ

Коловозот на аеродром треба да обезбеди носива површина на која воздухопловот може безбедно да полетува, слетува и маневрира на површините за движење на воздухоплови на аеродромот.

1.2 Коловоз

Коловоз е конструкција која се состои од неколку хоризонтални слоеви и е носечка структура изградена на природен терен.

1.3 Видови на коловози

1.3.1 Флексибилен коловоз

Флексибилен коловоз е конструкција од еден или повеќе слоеви на врзани и неврзани материјали кои се проектирани и изведени со употреба на асфалт/бетон врз зрнеста подлога од агрегат или алтернативен композитен материјал.

1.3.2 Крут коловоз

Крут коловоз е структура која се состои од бетонски слој (армиран или набиен бетон) под кој може да има уште еден слој. За разлика од конвенционалниот слоевит флексибилен коловоз каде што и основниот и под-основниот слој значително придонесуваат за неговите структурни својства, најголемиот дел од структурниот капацитет на крутиот коловоз го дава бетонскиот слој. Тоа е затоа што високата крутост на бетонската плоча го распределува товарот на голема површина што резултира со мали напрегања кои се применуваат на основните слоеви.

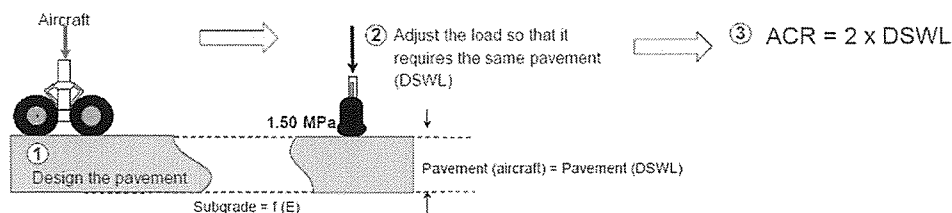
1.3.3 Композитен коловоз

Коловозите проектирани и изградени со употреба на материјал од цемент бетон и битуменозни мешавини и вообичаено се претпоставува дека делуваат крут коловоз.

2. ACR

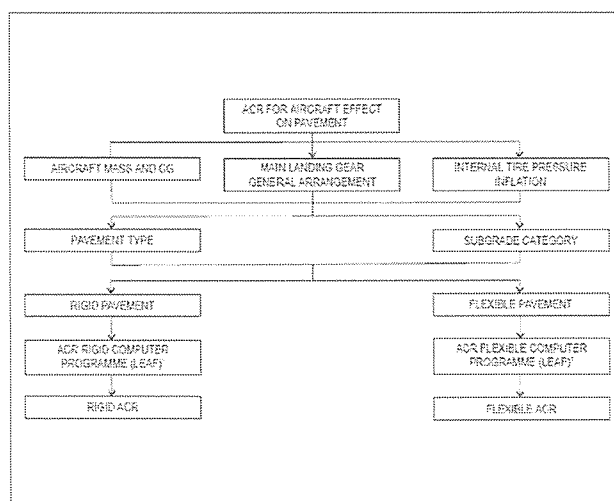
ACR на воздухоплов е нумерички дефиниран како два пати поголема вредност од добиеното оптоварување на едно тркало (Derived Single Wheel Load - DSWL) стандардизиран на 1,50 Мра во функција на модулот на еластичност Е на постелката, каде што добиеното оптоварување на едно тркало се изразува во стотици килограми. ACR се пресметуваат врз основа на релевантните документи и софтвер, односно според карактеристики на воздухопловите (објавени од страна на производителите на воздухоплови) и ICAO-ACR компјутерска програма (тековна верзија која е

јавно достапна на следниот линк <https://www.airporttech.tc.faa.gov/Products/Airport-Safety-Papers-Publications/Airport-Safety-Detail/ICAO-ACR-14>).



Слика 1 Оптоварување на тркалото на воздухопловот при определување на АCR

Извор: ICAO course Airport Pavement Strength Rating, Feb 2024



Слика 2 Параметри кои се земаат предвид при пресметка на АCR

Извор: Doc9157 Aerodrome Design Manual, Part 3 — Pavements

Third Edition, 2022, pg.18

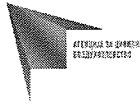
2.1 Категории на носивост на постелката од долниот строј на коловозната конструкција

Категориите на носивост на постелката од коловозната конструкција се применуваат и за флексибилни и за крути коловози. АCR е дефиниран за четирите стандардни категории на постелка (т.е. висока, средна, ниска и многу ниска носивост) дефинирани врз основа на модул на еластичност (E):

Ознака А - Висока носивост; се карактеризира со $E = 200$ МПа и ги претставува сите E вредности еднакви на или над 150 МПа, за крути и флексибилни коловози.

Ознака В - Средна носивост; се карактеризира со $E = 120$ МПа и претставува опсег на E еднаков на или над 100 МПа и строго помал од 150 МПа, за крути и флексибилни коловози.

Ознака С - Ниска носивост; се карактеризира со $E = 80$ МПа и претставува опсег на E еднаков на или над 60 МПа и строго помал од 100 МПа, за крути и флексибилни коловози.



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

Ознака D - Многу ниска носивост; се карактеризира со $E = 50$ МПа и ги претставува сите E вредности строго помали од 60 МПа, за крути и флексибилни коловози.

Јунговиот модул на еластичност E може да се добие на следните начини:

- In-situ испитувања (тест за оптоварување на коловозот)
- Лабораториски испитувања
- Приближна конверзија на вредноста од CBR или K (подетално објаснето во точка 3.2 од Упатството)

| | CAT A High | CAT B Medium | CAT C Low | CAT D Ultra-low |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ACR (flexible & rigid) | $E = 200$ МПа | $E = 120$ МПа | $E = 80$ МПа | $E = 50$ МПа |
| ACN (flexible) | CBR 15 | CBR 10 | CBR 6 | CBR 3 |
| ACN (rigid) | $K = 150$ MN/m ³ | $K = 80$ MN/m ³ | $K = 40$ MN/m ³ | $K = 20$ MN/m ³ |

Слика 3 Приказ на четирите категории на постелка со соодветна вредност на E

Извор: ICAO course Airport Pavement Strength Rating, Feb 2024

2.2 Определување на Јунгов модул на еластичност E

2.2.1 Определување на Јунгов модул на еластичност E за флексибилни коловозни конструкции

За постојните коловози коишто се проектирани со процедурата на Калифорнискиот индекс за носивост (CBR), вредностите на модулот на еластичност E може да се одредат на повеќе начини. Постапката која ќе биде применлива во повеќето случаи е да се користат определените вредности на CBR согласно следната формула:

$$E = 1\,500 \times \text{CBR} \text{ (} E \text{ in psi)} \text{ or } 10 \times \text{CBR} \text{ (} E \text{ in MPa)}$$

Исто така, модулот на еластичност на долниот строј може да се определи со директни испитувања на почвата.

2.2.2 Определување на Јунгов модул на еластичност E за крути коловозни конструкции

За крути коловозни конструкции, модулот на основата може да се изрази како модул на долниот строј k или како Јунгов модул на еластичност, меѓутоа сите пресметки на конструкцијата се изразуваат преку Јунговиот модул на еластичност E .

Ако модулот на основата е внесен како k вредност, тој може да се претвори во еквивалентната вредност E со користење на следните равенки:

$$E_{SG} = 20,15 \times k^{1,284}$$

(E in psi, K in pci)

psi - pounds per square inch

pci - pounds per cubic inch

2.3 ACR за крути коловозни конструкции

Постапката за определување на ACR за крут коловоз се однесува на добиеното оптоварување на едно тркало при константен притисок во гумите од 1,50 МПа до референтна дебелина на бетонска плоча, т.е ги зема предвид четирите категории на постелка од коловозната конструкција дадени во точка 3.1. и стандардно напрегање на бетонот од 2,75 МПа.

2.4 ACR за флексибилни коловозни конструкции

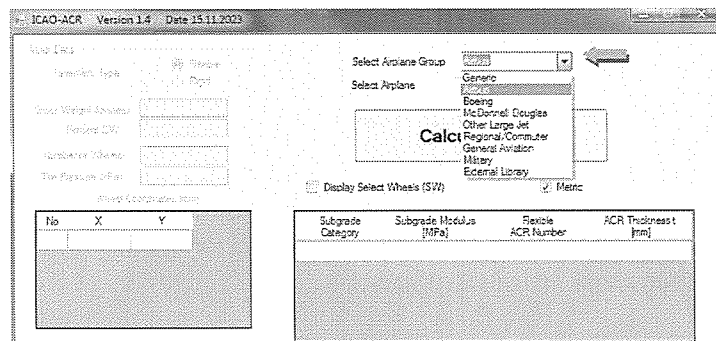
Постапката за определување на ACR за флексибилен коловоз се однесува на добиеното оптоварување на едно тркало при константен притисок во гумите од 1,50 МПа до референтна вкупна дебелина t пресметана за 36 500 поминувања на воздухопловот, земајќи ги предвид четирите категории на постелка од коловозната конструкција дадени во точка 3.1 од Упатството.

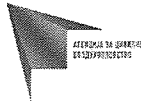
2.5 Начин на определување на ACR

Вредноста на ACR може да се определи на следните начини:

1. Се зема вредноста која е објавена од страна на производителите на воздухоплови кои ги објавуваат вредностите на ACR во нивните Прирачници за карактеристики за критичната тежина и конфигурацијата на центарот на гравитација согласно категоријата на носивост на постелката на предметната коловозна конструкција.
2. Определување со употреба на посебен софтвер ICAO-ACR којшто поседува база на податоци за сите воздухоплови, со следните чекори:

Чекор 1 Се бира производителот на воздухоплов





УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

Чекор 2 и 3 Се бира типот на воздухоплов којшто е потребен и типот на коловозна конструкција

ICAO-ACR Version 1.4 Date 15.11.2023

Input Data

Pavement Type: Flexible Rigid

Select Airplane Group: Airbus

Select Airplane: A320neo

Gross Weight (tonnes): 70,358

Percent GW: 0,938

Number of Wheels: 4

Tire Pressure (kPa): 1,220,37

Wheel Coordinates (mm)

| No | X | Y |
|----|----------|-----|
| 1 | -3,331.5 | 0.0 |
| 2 | -4,258.4 | 0.0 |
| 3 | 4,258.4 | 0.0 |
| 4 | 3,331.5 | 0.0 |

Calculate ACR

Display Select Wheels (SW) Metric

| Subgrade Category | Subgrade Modulus [MPa] | Flexible ACR Number | ACR Thickness t [mm] |
|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Напомена: Треба да биде одбрана опцијата Metric

Чекор 4 Пресметување на ACR

ICAO-ACR Version 1.4 Date 15.11.2023

Calculations from Input Data

Pavement Type: Flexible Rigid

Select Airplane Group: Airbus

Select Airplane: A320neo

Gross Weight (tonnes): 70,358

Percent GW: 0,938

Number of Wheels: 4

Tire Pressure (kPa): 1,220,37

Wheel Coordinates (mm)

| No | X | Y |
|----|----------|-----|
| 1 | -3,331.5 | 0.0 |
| 2 | -4,258.4 | 0.0 |
| 3 | 4,258.4 | 0.0 |
| 4 | 3,331.5 | 0.0 |

Calculate ACR

Display Select Wheels (SW) Metric

| Subgrade Category | Subgrade Modulus [MPa] | Flexible ACR Number | ACR Thickness t [mm] |
|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| D | 50.0 | 414.63 | 723.8 |
| C | 80.0 | 371.87 | 587.8 |
| B | 120.0 | 340.66 | 497.3 |
| A | 200.0 | 315.23 | 382.7 |

По одбирање на опцијата Calculate ACR, се појавува табела со вредности на ACR за четирите категории според носивоста на постелката од коловозната конструкција, а како последен чекор што треба да се направи е да се одбере една од вредностите којашто е соодветна за постоечката носивост на постелката која е предмет на анализа.

Пример: Носивоста на постелката од долниот стрoj на флексибилна коловозна конструкција којашто е предмет на анализа изнесува E=154 категорија A, што следи ACR=315.

За истиот тип на воздухоплов, но за крута коловозна конструкција со E=154 категорија A, пресметаниот ACR изнесува 408 користејќи ја истата постапка со софтверот.

3. PCR

PCR претставува врска помеѓу механичките карактеристики, сообраќајот којшто е наменет да го опслужува и очекуваниот или преостанатиот век на коловозот. PCR е рејтинг на индекс (1/50-ти) од масата, изразен во килограми, што евалуацијата покажува дека може да го поднесе коловозот кога се применува стандарден 1, 50 MPa притисок во гумите (на единечно тркало). Вредноста за PCR утврдена за коловоз покажува дека коловозот е способен да прифаќа воздухоплови кои имаат индекс за класификација на воздухоплови (ACR) со еднаква или помала носивост. ACR во споредба со PCR мора да биде воздухоплов (ACR) воспоставен за одреден тип на коловоз и

категија на носивост на постелката од коловозната конструкција, како и за конкретната маса и карактеристики на воздухопловот.

Вредноста на PCR треба да ја определи операторот на аеродром за сите коловозни конструкции кои се наменети за воздухоплови со маса поголема од 5,7 тони.

3.1 CDF концепт

CDF е износот на векот на структурен замор на коловозот што е искористен. Се изразува како однос на применетите повторувања на оптоварување со дозволените повторувања на оптоварување до оштетување, или за еден воздухоплов и постојани полетувања каде што покриеноста е примена на едно максимално напрегање или напрегање поради оптоварување на дадена точка во структурата на коловозот:

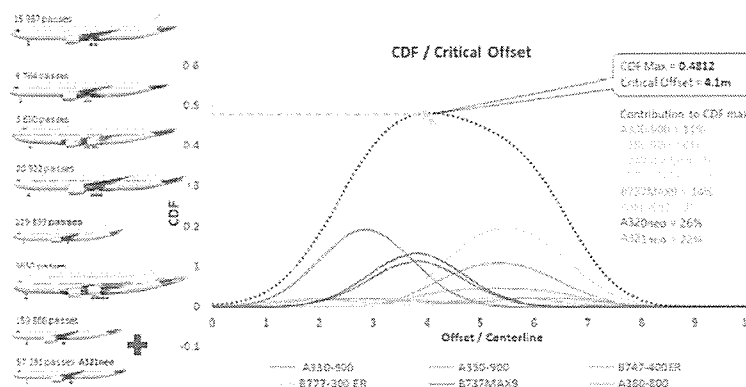
$$CDF = \frac{\text{Applied coverages}}{\text{Coverages to failure}}$$

- Кога $CDF = 1$, долниот строј на коловозот ќе го искористи целиот свој век на замор
- Кога $CDF < 1$, долниот строј на коловозот ќе има преостанат век на траење, а вредноста на CDF ќе го даде односот од искористениот век.
- Кога $CDF > 1$, целиот век на замор ќе се искористи и долниот строј на коловозот ќе стане нефункционален/неупотреблив.

Повеќе типови воздухоплови се земено предвид користејќи го правилото на Miner:

$$CDF = CDF1 + CDF2 + \dots + CDFN$$

каде што CDF_i е CDF за секој воздухоплов во сообраќајниот збир и N е бројот на воздухоплови. Бидејќи PCR се однесува на структурниот век на коловозот, CDF се базира на оштетувањата/дефекти на долниот строј од коловозната конструкција.



Слика 4 Дијаграм за определување на максимален CDF и дефинирање на критичен воздухоплов

Извор: ICAO course Airport Pavement Strength Rating, Feb 2024



3.2 Параметри за определување и известување за носивоста на коловозот

3.2.1 Ознаки според тип на коловозна конструкција

- а) Крут коловоз = **Ознака R**
- б) Флексибилен коловоз = **Ознака F**

Забелешка: Доколку коловозната конструкција е композитна или нестандартна, потребно е да се наведе како забелешка.

3.2.2 Категории на носивост на постелката од долниот stroj на коловозната конструкција;

- а) **Висока носивост: Ознака A**

Се карактеризира со $E = 200$ МПа и ги претставува сите вредности E еднакви или поголеми од 150 МПа за крути и флексибилни коловози.

- б) **Средна носивост: Ознака B**

Се карактеризира со $E = 120$ МПа и претставува граница на вредности на E еднаков или поголем од 100 МПа и строго помали од 150 МПа, за крути и флексибилни коловози.

- в) **Ниска носивост: Ознака C**

Се карактеризира со $E = 80$ МПа и претставува граница на вредности на E еднаков или поголем од 60 МПа и строго помали од 100 МПа, за крути и флексибилни коловози.

- г) **Многу ниска носивост: Ознака D**

Се карактеризира со $E = 50$ МПа и претставува граница на вредности на E строго помали од 60 МПа, за цврсти и флексибилни коловози.

3.2.3 Максималниот дозволен притисок во гумите е поделен согласно следните категории

- а) **Неограничено, без ограничување на притисокот = Ознака W**
- б) **Висок притисок ограничен на 1,75 МПа = Ознака X**
- в) **Среден притисок ограничен на 1,25 МПа = Ознака Y**
- г) **Низок притисок ограничен на 0,5 МПа = Ознака Z**

3.2.4 Методи за оценување на носивоста на коловозната конструкција

Постојат две методи за оценување на носивоста на коловозната конструкција:

3.2.4.1 Техничка евалуација - Ознака T

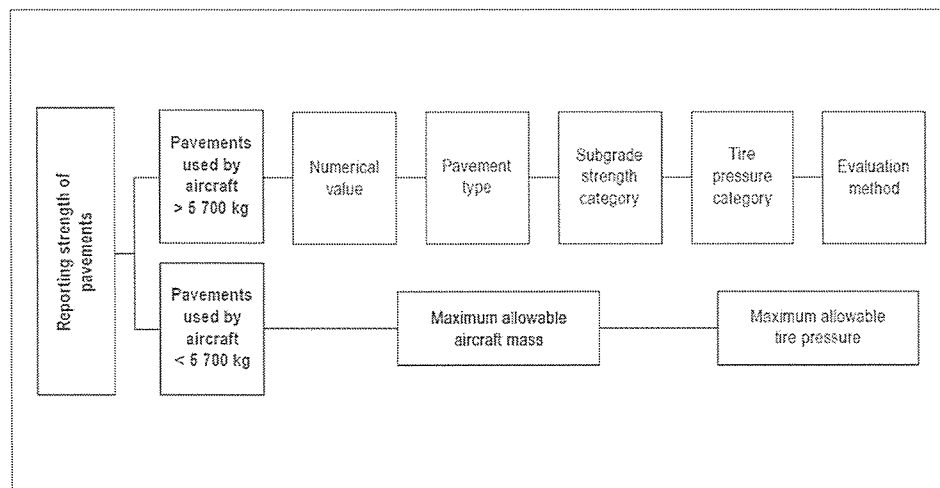
Овој метод претставува специфична студија за карактеристиките на коловозот и неговата издржливост за прифаќање на збирот на воздухоплови за којшто е наменет, користејќи го концептот CDF преку метод на евалуација според однесувањето на коловозот.

Техничката евалуација треба да се користи кога карактеристиките на коловозот и збирот на воздухоплови се конзистентни, познати и документирани.

3.2.4.2 Искуствена метода - Ознака U

Оваа метода се заснова врз основа на искуство, односно претставува знаење за однесувањето на коловозот за специфичен тип и маса на воздухоплов при редовна употреба.

Секогаш кога е можно, носивоста на коловозот треба да се заснова на „техничка евалуација“, но во случај кога поради економски или други причини техничката евалуација не е изводлива, евалуацијата може да се заснова на искуство со „употреба на воздухоплови“. Односно, основа за евалуација може да биде и случај кога коловозот што задоволително го поддржува користењето на воздухопловите кои го користат, може да прифати и други воздухоплови доколку не се бара поголема носивост од тие што веќе го користат.



Слика 5 Параметри за одредување на PCR

*Извор: Doc9157 Aerodrome Design Manual, Part 3 — Pavements
Third Edition, 2022, pg.15*

4. ПРЕПОРАЧАНА ПРОЦЕДУРА ЗА ТЕХНИЧКА ЕВАЛУАЦИЈА (Т)

Следната препорачана процедура за определување на PCR се сведува на пресметување на ACR на воздухоплов. Согласно чекорите подолу може да се користи за претворање на збирот на воздухоплови во еквивалентен критичен или референтен воздухоплов на максимум дозволена бруто тежина, која потоа ќе го определи CDF од 1,0 на предметниот коловоз.

Методот на PCR ги зема предвид моменталните карактеристики на коловозот во фаза на извршување на анализата, односно земајќи ја предвид постојната структура на коловозната конструкција и предвидениот сообраќај на воздухопловите кои ќе го користат коловозот повеќе од проектираниот век на конструкцијата (се однесува за нова изградба на коловози) или проценет преостанат век на конструкција (за коловози во употреба).

Во случај на голема санација на коловозот или значителни промени во сообраќајот споредбено со почетниот сообраќај треба да се изврши нова анализа за определување на нов PCR.

4.1 Постапка за определување на PCR

Постапката за пресметка на PCR со примена на техничка евалуација се базира на концептот CDF и истата се применува со употреба на соодветен софтвер согласно наведените чекори. Софтверот

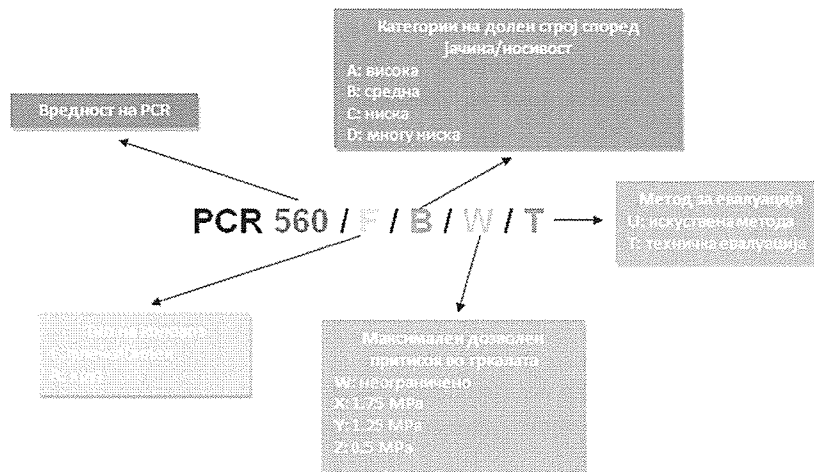


УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

којшто ќе се користи е одлука на операторот на аеродромот и истиот мора да биде еден од одобрените од страна на ИКАО (ALIZE, FAARFIELD, APSD и др).

- 1) да се обезбедат сите релевантни податоци за коловозот (дебелини на слоеви, модул на еластичност и Поасонов коефициент на сите слоеви, предвидениот сообраќај на воздухоплови) користејќи ги најдобрите достапни извори;
- 2) да се дефинира збирот (мешавината) на воздухоплови според тип на воздухоплов, број на полетувања (или операции) и тежината на воздухопловот со највисок ACR што се очекува да ја прифати проценетиот коловоз врз неговиот проектен или преостанатиот проценет структурен век (според местото на маневрирање: пистата, патека за возење, платформа)
- 3) да се одреди ACR за секој воздухоплов од збирот на воздухоплови според неговата работна тежина и да се земе предвид максимумот на ACR;
- 4) да се пресмета максималниот CDF на збирот на воздухоплови и да се запише вредноста;
- 5) изберете го воздухопловот со најголем придонес во максималниот CDF како критичен воздухоплов. Овој воздухоплов е означен со ознака AC(i), каде што i е индексна вредност со почетна вредност 1, односно се отстрануваат сите воздухоплови освен критичниот воздухоплов AC(i);
- 6) да се прилагоди бројот на полетувања на критичниот воздухоплов додека максималната CDF на воздухопловот да не биде еднаква на вредност евидентирана во чекор 4), потоа запишете го еквивалентниот број на полетувања на критичниот воздухоплов;
- 7) прилагодете ја критичната тежина на воздухопловот за да се добие максимална CDF од 1,0 за бројот на полетувања добиени на чекор 6). Ова е максималната дозволена бруто тежина (MAGW- maximum allowable gross weight) за критичниот воздухоплов;
- 8) пресметајте го ACR на критичниот воздухоплов со неговата максимална дозволена бруто тежина. Добиената вредност е означена како PCR(i).
- 9) ако AC(i) е максималниот ACR на воздухоплов од чекор 3) погоре, тогаш прескокнете на чекор 13);
- 10) отстранете го актуелниот критичен воздухоплов AC(i) од сообраќајниот список и повторно воведете го другиот воздухоплов што претходно не се сметаше за критичен воздухоплов. Новиот список на воздухоплови кој не содржи ништо од претходните критични воздухоплови, се нарекува намалена листа на воздухоплови. Потоа, зголемете ја вредноста на индексот ($i = i+1$);
- 11) пресметајте го максималниот CDF на намалената листа на воздухоплови и изберете го новиот критичен воздухоплов AC(i);
- 12) повторете ги чекорите 5-9 за AC(i). Во чекор 6, користете го истиот максимален CDF како што е пресметан за почетниот збир на воздухоплови за да се пресмета еквивалентниот број на полетувања за намалената листа на воздухоплови; и
- 13) вредноста на PCR што треба да се објави е максималната вредност на сите пресметани PCR(i). Критичниот воздухоплов е воздухопловот поврзан со максималната вредност на PCR(i).



Слика 6 Пример на објавен PCR во AIP

Извор: ICAO course Airport Pavement Strength Rating, Feb 2024

5. ПРЕПОРАЧАНА ПРОЦЕДУРА ЗА ИСКУСТВЕНА МЕТОДА (U)

Одредувањето на PCR со примена на искусвена метода се базира на следните чекори:

• Чекор 1

Се изготвува листа на воздухоплови коишто најчесто го користат аеродромот. Од збирот на воздухоплови се идентификува критичниот воздухоплов со неговата работна тежина и фреквенција на операции (прикажан е пример во Слика 7).

• Чекор 2

Се одредува ACR за критичниот воздухоплов согласно категориите на носивост на постелката.

• Чекор 3

Се објавува PCR како ACR од референтниот воздухоплов со потребните ознаки.

Пример за определување на PCR со примена на искусвена метода :

- Потребни параметри:
 - Тип на коловозна конструкција: флексибилна (F)
 - Постоечки CRB=9, E ≈ 10 CBR =90 MPa ➡ категорија на постелка C
 - Нема докази за оштетувања на коловозот причинети од притисокот на тркалата- категорија W

Напомена: Се земаат предвид најкритичните воздухоплови, додека останатите воздухоплови кои исто така ја користат ПСП и останатите површини од аеродромската инфраструктура се отстрануваат од листата бидејќи нема да доведат до критичниот ACR.

| Aircraft type | Operating weight | Annual departures | ACR @ operating weight |
|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| A330-300 | 235.9 t | 154 | 650 F/C |
| A330-300 | 268.9 t | 52 | 720 F/C |
| 777-300ER | 252.4 t | 6 | 730 F/C |
| 787-9 | 254.7 t | 52 | 750 F/C |

Слика 7 Збир на најкритични воздухоплови коишто вршат операции на одреден аеродром со потребните параметри за определување на ACR

Извор: ICAO course Airport Pavement Strength Rating, Feb 2024

Од листата на воздухоплови прикажани во Слика 7 типот на воздухоплов 777-300ER има највисока вредност на ACR, но бројот на годишни полетувања е значително помал во споредба со останатите воздухоплови, такашто во овој случај PCR којшто треба да се објави е **750 F/C/W/U**, односно се зема вредноста на воздухопловот 787-9 која е последователна на максималната вредност на ACR.

6. КОРИСТЕЊЕ НА ПОЛЕТНО-СЛЕТНА ПАТЕКА НА АЕРОДРОМИТЕ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА ЗА ОПЕРАЦИИ НА ПРЕОПТОВАРУВАЊЕ

Преоптоварувањето на коловозите може да биде резултат или од преголеми оптоварувања, или од значително зголемена стапка на примена, или и двете. Односно, се однесува на воздухоплови коишто имаат вредност на ACR поголема од објавениот PCR во Зборникот на воздухопловни информации.

Товарите поголеми од дефинираните оптоварувања (проектирани или предвидени) го скратуваат животниот век на коловозот, додека помалите оптоварувања го продолжуваат. Со исклучок на масовното преоптоварување, коловозите во нивното конструктивно однесување не подлежат на одредено ограничувачко оптоварување над кое тие ненадејно или катастрофално откажуваат.

Коловозот може да издржи оптоварување што може да се определи за очекуван број повторувања во текот на неговиот проектиран век. Како резултат на тоа, повремено мало преоптоварување е прифатливо, кога тоа е целисходно, со само ограничено скратување на животниот век на коловозот и релативно мало забрзување на влошувањето на состојбата на коловозот

6.1 Критериуми за преоптоварување

За преоптоварување на коловоз се користат различни критериуми. Операторот на аеродром треба да усвои критериум кој е компатибилен со системот за управување со коловозот на аеродромот:

- за флексибилни и крути коловози, повремени движења на воздухоплови со ACR што не надминува 10 % над објавениот PCR не треба негативно да влијае на коловозот;
- годишниот број на движења на преоптоварување не треба да надминува приближно 5 % од вкупниот број годишни движења, со исклучок на лесни воздухоплови.



УПАТСТВО ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ И ИЗВЕСТУВАЊЕ НА НОСИВОСТ НА КОЛОВОЗНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА АЕРОДРОМ СО ПРИМЕНА НА ACR-PCR МЕТОД

Одделение за аеродромски услуги и инфраструктура

Не се дозволуваат операции на преоптоварување :

- на коловози кои покажуваат знаци на дестабилизација или оштетувања;
- за време на периоди на одмрзнување после продор на мраз;
- кога носивоста на коловозот или неговата постелка може да се ослабне при зголемено присуство на вода;

Состојбата на коловозот треба редовно да се прегледува, а исто така треба периодично да се прегледуваат критериумите за операции со преоптоварување бидејќи прекумерното повторување на преоптоварувањето може да предизвика сериозно скратување на животниот век на коловозот или да бара целосна рехабилитација на коловозот.

Преоптоварувањата над 10% може да се земат предвид доколку се поддржани со техничка анализа.

Вредноста на ACR, дури и ако го надминува објавениот PCR, не може точно да се предвиди како ќе влијае преоптоварувањето врз оштетување на коловозот (оттука и векот на коловозот) бидејќи е силно зависен од неговото поместување на локацијата на максималното оштетување на коловозот.

Затоа, техничката анализа треба да утврди како операциите на преоптоварување придонесуваат за максимално оштетување на коловозот (максимум CDF) во однос на останатиот сообраќај на воздухопловите со $ACR < PCR$.

Потребните параметри за да се изврши таква анализа се исти како и за техничката евалуација на PCR:

- Структура на коловозот
- Сообраќај на воздухоплови (вклучувајќи операции на преоптоварување)
- Модел на оштетување (конзистентен со пресметката на PCR и конструкцијата на коловозот)

Одлуката да се дозволи операции со преоптоварување припаѓа на операторот на аеродромот, во зависност од влијанието на таквите операции врз векот на коловозот и неговата политика за управување со аеродромската инфраструктура.

- **Заклучок**

Со примена на ACR-PCR методот се воспоставува современ, стандардизиран и технички усогласен систем за определување и известување на носивост на аеродромските коловозни конструкции. Методот овозможува проценка на влијанијата на воздухопловите врз аеродромските коловозни конструкции и јасни критериуми за редовни операции и операции со преоптоварување, а со тоа се обезбедува одржливо, безбедно и ефикасно управување на аеродромската инфраструктура.