

Övergången från ACN-PCN till ACR-PCR på svenska flygplatser

Dion Sabani

Emin Dedukic

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © Dion Sabani, Emin Dedukic

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5386)/1-61/2026
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2026

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5386)/1-61
/2026

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 419

ISSN 1653-1922

Author(s): Dion Sabani
Emin Dedukic
Title: Övergången från ACN-PCN till ACR-PCR på svenska flygplatser
English title: The transition from ACN-PCN to ACR-PCR at Swedish airports
Language: Svenska
Year: 2026
Keywords: PCN; PCR; ERAPave; FAARFIELD; flygplats
Citation: Dion Sabani, Emin Dedukic, Övergången från ACN-PCN till
ACR-PCR på svenska flygplatser. Lund, Lunds universitet, LTH,
Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2026.
Thesis 419

Abstract:

Airport pavements are subjected to severe loads from aircrafts, creating a need for reliable methods to evaluate pavement bearing capacity. Traditionally, the ACN-PCN-system has been used internationally, but the system has limitations since it does not consider traffic volume or cumulative pavement deterioration. To address these shortcomings ICAO introduced the ACR-PCR-system. The aim of this thesis was to analyze the differences between the ACN-PCN- and ACR-PCR-systems and evaluate which PCR calculation program are most suitable for Swedish airport conditions. The study was based on literature reviews, interviews with industry professionals, and analysis of data from three airports. PCN values were calculated manually, while PCR values were determined using the programs FAARFIELD and ERAPave. The results showed that the PCR system provides a more realistic assessment of pavement performance, for instance by considering cumulative traffic loading. Higher traffic volumes resulted in lower PCR values, indicating increased pavement deterioration. Significant differences were also identified between the calculation programs. FAARFIELD generally produced unrealistically high PCR values for Swedish conditions, while ERAPave generated more reasonable and consistent results, partly due to its adaptation to Nordic climate and pavement conditions. The study concludes that ERAPave is better suited for Swedish airports.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Summary	5
1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	7
1.3 Avgränsningar	7
2 Teori	8
2.1 Skillnad mellan väg och flygplats	8
2.1.1 Dimensionering av väg	8
2.1.2 Dimensionering av flygplats	9
2.2 Organisationer inom internationellt regelverk	9
2.3 California Bearing Ratio (CBR)	10
2.4 ACN/PCN	10
2.4.1 Bakgrund	10
2.4.2 ACN-PCN	11
2.5 Cumulative Damage Factor (CDF)	14
2.6 ACR/PCR	15
2.6.1 Bakgrund	15
2.6.2 ACR-PCR	15
2.6.3 Programvaror	19
3 Metod	25
3.1 Intervjuer	25
3.1.1 Underhåll på svenska flygplatser	25
3.1.2 Klimat	26
3.2 Inhämtning av mätdata och teknisk information	27
3.2.1 Inhämtad data	27

3.3 Beräkning av styvhetsmoduler	29
3.4 Beräkning av PCN- och PCR-värden	33
3.4.1 PCN	33
3.4.2 PCR	34
4 Resultat	35
4.1 Styvhetsmoduler	35
4.2 PCN-värden	38
4.3 PCR-värden	42
5 Diskussion och slutsats	44
5.1 Resultatdiskussion	44
5.1.1 PCN	44
5.1.2 Känslighetsanalys för trafikvolym	45
5.1.3 PCR med ERAPave-Flygfält	45
5.1.4 PCR med FAARFIELD	46
5.2 Metoddiskussion	47
6 Slutsatser	49
6.1 Framtida studier	50
7 Referenslista	51
Bilaga 1 – Fallviktsmätning flygplats 1	55
Bilaga 2 – Fallviktsmätning flygplats 2	56
Bilaga 3 – Fallviktsmätning flygplats 3	57
Bilaga 4 – Värden från PMS Objekt för flygplats 1	58

Förord

Detta examensarbete utgör det avslutande momentet i civilingenjörsprogrammet väg- och vattenbyggnad vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har genomförts under våren 2026 i samarbete med Skanska. Examensarbetet har gett oss möjlighet att fördjupa våra kunskaper inom området.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Richard Nilsson på Skanska för hans engagemang, vägledning och stöd genom hela arbetets gång. Vi vill även tacka vår handledare Sven Agardh vid Lunds Tekniska Högskola för värdefulla synpunkter och konstruktiv feedback under examensarbetets genomförande. Vi vill även tacka anställda på Swedavia och VTI för att de ställt upp på intervjuer och försett oss med viktig information.

Vidare vill vi framföra ett stort tack till personer inom branschen som tagit sig tid att medverka i intervjuer och generöst bidragit med information, kunskap och underlag som varit betydelsefulla för arbetet. Deras insikter har varit mycket värdefulla och bidragit till att fördjupa vår förståelse för ämnet.

Lund, maj 2026.

Sammanfattning

Flygplatsernas banor utsätts för höga belastningar från flygplan vilket ställer stora krav på tillförlitliga metoder för att klassificera banornas bärighet. Det tidigare ACN-PCN-systemet, där ACN står för Aircraft Classification Number och PCN står för Pavement Classification Number, har under lång tid använts internationellt för att bedöma om en bana klarar belastningen från ett visst flygplan. Systemet har dock visat begränsningar, bland annat genom att det inte tar hänsyn till trafikvolym eller moderna flygplans mer komplexa landningsställ. För att skapa en mer realistisk bedömning av flygplatsers bärighet har det nya ACR-PCR-systemet införts av ICAO.

Syftet med detta examensarbete har varit att analysera skillnaderna mellan ACN-PCN- och ACR-PCR-systemen samt undersöka vilka PCR-beräkningsprogram som är mest lämpade för svenska förhållanden. Studien har även analyserat hur känsligt PCR-värdet är för olika trafikvolym och hur övergången till det nya systemet kan påverka tankar kring framtida drift- och underhållsstrategier på svenska flygplatser. Arbetet har genomförts genom litteraturstudier, intervjuer med personer verksamma inom branschen samt analys av mätdata från tre flygplatser. Data från fallviktsmätningar och information om bankonstruktioner har använts för att beräkna styvhetsmoduler och därefter PCN och PCR. PCR-värden har beräknats i programmen FAARFIELD och ERAPave-Flygfält för att möjliggöra jämförelser mellan ett amerikanskt och ett svenskt utvecklat program.

Resultaten visar att ACR-PCR-systemet skiljer sig tydligt från ACN-PCN-systemet bland annat genom att det tar hänsyn till trafikvolym och den samlade nedbrytningen från olika flygplanstyper. Detta innebär att samma bankonstruktion kan få olika PCR-värden beroende på trafikflottan och trafikvolymen. En känslighetsanalys om trafikvolymens påverkan har gjorts som visade att högre volym gav lägre PCR-värden och vice versa, vilket indikerar att det nya systemet ger en mer realistisk bild av banans livslängd och nedbrytning.

Studien visar även att resultaten varierar kraftigt mellan de olika beräkningsprogrammen. FAARFIELD gav i flera fall mycket höga PCR-värden som bedömdes vara mindre representativa för svenska förhållanden. Detta beror bland annat på att programmet är utvecklat utifrån amerikanska klimat- och materialförhållanden samt fokuserar på terrasskriteriet. ERAPave gav däremot mer rimliga och konsekventa resultat för att det är mer svenskanpassat och att programmet beräknar utifrån beläggningskriteriet. Slutsatsen är därför att ERAPave är bättre anpassat för svenska flygplatser och nordiska klimatförhållanden.

Summary

Airport pavements are subjected to heavy loads from aircrafts, which places high demands on reliable methods for classifying pavement bearing capacity. The former ACN-PCN-system, where ACN is Aircraft Classification Number and PCN is Pavement Classification Number, has long been used internationally to assess whether a pavement can withstand the load from a specific aircraft. However, the system has shown several limitations, partly because it does not consider traffic volume or the more complex landing gear configurations of modern aircraft. To provide a more realistic assessment of airport pavement bearing capacity, the new ACR-PCR-system has been introduced by ICAO.

The purpose of this thesis has been to analyze the differences between the ACN-PCN- and ACR-PCR-systems and to investigate which PCR calculation programs are most suitable for Swedish conditions. The study has also analyzed how sensitive PCR values are to different traffic volumes and how the transition to the new system may influence perspectives on future operation and maintenance strategies at Swedish airports. The study was carried out through literature reviews, interviews with professionals active in the industry and analysis of measurement data from three airports. Data from falling weight deflectometer measurements and information regarding pavement structures were used to calculate stiffness moduli and subsequently PCN and PCR values. PCR values were calculated using the programs FAARFIELD and ERAPave-Flygfält to enable comparisons between an American-developed and a Swedish-developed program.

The results show that the PCR system differs significantly from the PCN system, for instance by considering traffic volume and the cumulative deterioration caused by different aircraft types. This means that the same pavement structure may receive different PCR values depending on the aircraft fleet and traffic volume. A sensitivity analysis regarding the influence of traffic volume showed that higher traffic volumes resulted in lower PCR values and vice versa, indicating that the new system provides a more realistic representation of pavement service life and deterioration.

The study also shows that the results vary considerably between the different calculation programs. In several cases, FAARFIELD produced very high PCR values that were considered less representative of Swedish conditions. This is partly because the program is developed based on American conditions and focuses on the subgrade criterion. ERAPave, on the other hand, produced more reasonable and consistent results because it is better adapted to Swedish conditions and calculates based on the pavement criterion. The conclusion is therefore that ERAPave is better suited for Swedish airports and Nordic climate conditions.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Flygtransport spelar en central roll i dagens globaliserade samhälle och möjliggör effektiv förflyttning av både människor och gods över långa avstånd. I takt med att flygtrafiken ökar ställs allt högre krav på flygplatsernas infrastruktur, inte minst vad gäller säkerhet, hållbarhet och kostnadseffektivitet. En avgörande faktor i detta sammanhang är bärigheten hos flygplatsers beläggningar. Otillräcklig bärighet kan leda till skador på infrastrukturen, ökade underhållskostnader samt säkerhetsrisker. För att säkerställa att flygplatsers beläggningar klarar den belastning som olika flygplanstyper medför krävs tillförlitliga metoder för att klassificera bärighet.

Pavement Classification Number, eller PCN, är ett klassificeringssystem som tidigare använts internationellt i kombination med Aircraft Classification Number, eller ACN, för att indikera bärigheten på flygplatser. Detta system används för landningsbanor, taxibanor och flygplatsramper. Systemet har länge använts för att ange hur mycket belastning en bana tål för att säkerställa att banorna inte utsätts för överlast som förkortar dess livslängd (SKYbrary, u.å. a). Det har dock uppvisat begränsningar eftersom värdena för ACN och PCN för banorna beräknas med olika modeller. Därmed har det uppstått situationer där en bana som dimensionerats för att klara ett visst flygplan har fått ett PCN som inte godkänner ACN-värdet för flygplanet (QES, 2024).

Följaktligen har det varit nödvändigt att införa en ny metod för att klassificera bärigheten på flygplatser. Det nya klassificeringssystemet Pavement Classification Rating, eller PCR, tillsammans med Aircraft Classification Rating, eller ACR, ger en mer realistisk bedömning av banors bärighet, bland annat genom att bättre ta hänsyn till flygtrafiken, och skapar därmed ett bättre underlag för drift och underhåll (Botha, 2023). I och med denna övergång uppstår ett behov av att utvärdera hur det nya systemet påverkar bedömningen av bärigheten, samt vilka konsekvenser detta kan få för drift och underhåll på flygplatser.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att analysera skillnaderna mellan de båda klassificeringssystemen och utreda vilket av PCR-beräkningsprogrammen ERAPave-Flygfält och FAARFIELD som är bäst lämpade i svenska förhållanden. För det nya ACR-PCR-systemet ska arbetet även undersöka hur känsligt värdet är för olika trafikvolym. Genom att jämföra de två systemen utifrån uppmätta mätdata ska arbetet även ge en ökad förståelse för det nya systemets praktiska betydelse och dess eventuella fördelar eller nackdelar.

Studien ska besvara följande frågeställning:

- Hur skiljer sig ACR-PCR-systemet från ACN-PCN-systemet i praktiken?
- Vilket av ERAPave-Flygfält och FAARFIELD är bäst lämpat för svenska flygplatser?
- Hur känsligt är PCR-värdet för olika trafikvolym?

Analyser av svaren på dessa frågor förväntas ge ett grundläggande underlag kring konsekvenserna av införandet av ACR-PCR-systemet och de beräkningsprogram som används samt bidra till en djupare förståelse av systemets praktiska innebörd.

1.3 Avgränsningar

Studien utgår från tre olika flygplatser runt om i landet. Dessa valdes eftersom det redan finns befintliga mätvärden från flygplatserna som kan användas för att utföra arbetet och analysen baseras därför enbart på dessa mätvärden från tredje part. Utöver det skiljer sig dessa flygplatser i trafikvolym, geografiskt läge och klimatförhållanden vilket gör jämförelsen mer utvecklad.

2 Teori

En litteraturstudie har gjorts för att ge en teoretisk grund för både ACN-PCN- och ACR-PCR-systemen. Denna grund var väsentlig för att kunna besvara frågeställningen som togs upp i inledningen. Analyser har utförts på både svenska och internationella rapporter för att få en bredare och djupare inblick inom ämnet.

2.1 Skillnad mellan väg och flygplats

2.1.1 Dimensionering av väg

Vid dimensionering av en väg är flera olika faktorer väsentliga att ta hänsyn till. Dessa är bland annat klimat, dimensioneringsperiod och trafikmängd (Trafikverket, 2005). Vägöverbyggnader ska utifrån Trafikverkets regelverk dimensioneras enligt TRVINFRA-00224, v4.0. Detta utförs främst med programmet PMS Objekt. Vid mekanisk empirisk dimensionering beräknas kritiska påkänningar i vägkonstruktionen som uppkommit av hjullaster från trafiken. Dessa värden jämförs därefter med acceptabla påkänningar i undergrunden och i material som används i överbyggnaden (Wiman & Tholén, 2018).

Beräkning

Vid mekanisk empirisk dimensionering finns det tre fundamentala delar. En av dem är en beräkningsmetod för att kunna bestämma spänningar och töjningar i vägkonstruktioner. De beräkningsmetoder som i dagsläget främst används grundar sig på linjär-elasticitetsteorin. Även om vägbyggnadsmaterial inte är elastiskt, homogent och isotropt är metoden ändå acceptabel att använda eftersom trafikbelastningen enbart varar under en kort tidsperiod och ger upphov till små deformationer. De senaste åren har däremot mer avancerade beräkningsprogram tagits fram (Wiman & Tholén, 2018).

Materialbeteende

Den andra delen är kunskap om mekaniska egenskaper såsom den elastiska styvheten vid belastning (elasticitetsmodulen) samt tvärkontraktion (Poissons tal) i undergrunden och materialet i överbyggnaden. Denna kunskap behövs för att kunna beräkna spänningar och töjningar i vägen. Det är inte stor skillnad i Poissons tal mellan olika material, men E-modulen har däremot en betydande variation vad gäller både bundna och obundna material. För asfaltbeläggningar bestäms den främst utifrån bindemedlets styvhet och dess temperatur, medan den huvudsakligen beror på materialtypen, packningsgraden och vatteninnehållet för obundna material. E-modulen är spänningsberoende för de obundna materialen där den ökar vid stigande spänning för friktionsmaterial medan den minskar vid stigande spänning för kohesionsmaterial (Wiman & Tholén, 2018).

Dimensioneringskriterier

Den slutliga delen är de tillåtna värdena på kritiska påkänningar för väggroppens bärlighet, alltså dimensioneringskriterierna. Dessa kritiska påkänningar anses ofta vara den horisontella dragtöjningen i nedre delen av de bitumenbundna lagren. Sådan töjning kan ge upphov till sprickor som sprids genom hela beläggningen upp till vägytan. En annan kritisk påkänning är den vertikala trycktöjningen på undergrunden, där stora värden kan orsaka permanenta deformationer som kan medföra spårbildning på vägytan. De värden som är tillåtna för en viss vägkonstruktion bedöms utifrån antalet belastningar som vägen antas utsättas för under den tekniska livslängden (Wiman & Tholén, 2018).

2.1.2 Dimensionering av flygplats

Till skillnad från en väg dimensioneras banorna på en flygplats för färre belastningar, men extremt höga hjullaster med tanke på planets höga vikt. Däcken på ett flygplan har dessutom högre tryck än vanliga fordon på vägar. Därmed är överbyggnaden på flygplatsens banor generellt oftast tjockare än för motorvägar. På en väg kan mindre ojämnheter och mindre längs- och tvärfall tillåtas men på en flygplats råder snävare toleranser (Jamieson & White, 2024). På en flygplatsbana är dessutom kravet på friktion betydligt högre, speciellt vid vått underlag (Cook, 2003). Ytterligare en skillnad för dimensionering av banor på flygplatser är att ett annat sätt att beskriva bärlighet, ACR-PCR-systemet, används. Detta system förklaras i avsnitt 2.8.

2.2 Organisationer inom internationellt regelverk

International Civil Aviation Organisation (ICAO) är en byrå tillhörande Förenta nationerna (FN) som underlättar för nästan 200 länder med samarbete i lufrummet (ICAO, u.å.). Införandet av ACN-PCN-systemet har varit ett betydande sätt att ta detta arbete vidare. Systemet har underlättat för ICAO att klara av flera av de ansvar som organisationen har. Ett av dessa ansvar är att det inte ska uppstå överflödiga ekonomiska utgifter på underhåll. Utöver det har de dessutom ansvar i form av standardisering och luftfartslagstiftning, lagar som rör flyg och flygresor samt tillhörande juridiska och affärsmässiga områden (SKYbrary, u.å. b).

Aeronautical Information Publications är publikationer som ges ut av ett lands myndighet innehållande flyginformation som är väsentlig för luftfarten. Publikationen riktar in sig till personal som är flygoperativa och används för färdplanering. Den innefattar information om allt från flygplatser till lufrum och regler för landet den avser. Publikationen är indelad i tre delar, GEN (allmänt), ENR (en route) och AD (flygplatser), varav AD är den som omfattar PCN-värden för olika flygplatser (SKYbrary, u.å. c). AIP kallas på svenska för Luftfartspublikation. I Sverige är det Transportstyrelsen som ansvarar för informationen som publiceras i Luftfartspublikationen (Transportstyrelsen, 2025).

European Union Aviation Safety Agency (EASA) arbetar för att säkerställa hög flygsäkerhet och ett starkt miljöskydd i Europa. Detta sker genom att myndigheten utvecklar och föreslår regler, standarder och riktlinjer samt ansvarar för certifiering av flygplan, utrustning samt godkänner organisationer inom luftfartssektorn (EASA, u.å. a). En central del av uppdraget är att stödja EU:s lagstiftare i att ta fram gemensamma standarder, se till att dessa tillämpas enhetligt inom Europa och att nödvändiga skyddsåtgärder införs. Myndigheten verkar även för att dessa standarder sprids och får genomslag globalt (SKYbrary, u.å. d).

2.3 California Bearing Ratio (CBR)

CBR-värdena som används för att klassificera terrassens styrka för flexibla beläggningar fås fram via ett penetrationstest. Det utförs för att avgöra den mekaniska hållfastheten i mark och undergrund under nya planerade vägkonstruktioner och fundament. Utöver detta används CBR i ACN-PCN-systemet och i vissa fall i ACR-PCR-systemet för att beskriva terrassens bärighet. Dessa mätningar får fram väsentliga värden för undergrunden som behövs för att designa en hållbar beläggning med lång livslängd (Kasia, u.å.). Ett typiskt CBR-test utförs genom att en last appliceras på en liten penetrerande kolv som sänks ned i ett prov bestående av materialet i undergrunden. Kolven sänks med hastigheten 1,3 mm per minut och den applicerade lasten läses därefter av för olika penetrationsdjup, från 0,64 mm till 7,52 mm. Bärighetsförmågan för materialet jämförs sedan med bärigheten för krossad sten. CBR-värdet beräknas enligt ekvation (2.1). Denna mätningssmetod utvecklades av California Division of Highways runt 1930 och användningen av metoden har sedan dess spridits internationellt (Pavement Interactive, u.å.).

$$CBR (\%) = 100\left(\frac{x}{y}\right) \quad (2.1)$$

Där:

x är materialresistansen eller lasten på kolven för 2,54 mm eller 5,08 mm penetration i materialet,

y är standardlasten för krossad sten (för 2,45 mm = 6,9 MPa (1000 psi) och för 5,08 mm = 10,3 MPa (1500 psi)).

2.4 ACN/PCN

2.4.1 Bakgrund

Innan PCN-systemet börjat användas rapporterades bärigheten på banbeläggningar baserat på flygplanets vikt och hur dess landningsställ är konstruerat, alltså den anordning som planet vilar på marken med då det inte flyger. Värdena från denna metod angavs som den maximala vikten för fyra olika typer av landningsställ i tusentals pund. Detta medförde dock utmaningar med att avgöra ifall beläggningen kunde klara av lasten från ett flygplan då dess landningsställ skilde sig åt från de fyra som metoden baserats på eller vid tillfällen då en internationell pilot inte var van vid amerikanska enheter. För att undvika detta problem infördes ACN-PCN-metoden, som skapats av ICAO. Denna metod möjliggjorde internationell användning och var oberoende av flygplanets landningsställ. Federal Aviation Administration (FAA) bestämde under mitten av 2000-talet att flygplatsägare var tvungna att använda ACN-PCN-metoden för att rapportera bärigheten på deras flygplatsbanor (Kesler, u.å.).

2.4.2 ACN-PCN

ACN-PCN-metoden infördes för att underlätta klassificeringen på banans bärighet och på så sätt även undvika missförstånd. PCN är en standard som står för Pavement Classification Number. Detta PCN-värde visar bärighetskapaciteten för en belagd konstruktion. Systemet används i kombination med Aircraft Classification Number (ACN) för att ange bärigheten på en flygplats olika banor. Dessa värden används av ansvariga på flygplatser för att kunna avgöra vilka flygplan som kan landa på deras banor (Kesler, u.å.). Detta bidrar till längre livslängd för banorna genom att det säkerställs att de inte utsätts för överlast och därmed accelererad nedbrytning. PCN-värdet som anges för en bana motsvarar ACN-värdet för det flygplan som påfrestar vägbeläggningen mest men fortfarande kan användas regelbundet. Vad som anses vara regelbunden användning beslutas av flygplatsens operatör. Så länge ACN-värdet på flygplanet är lägre än PCN-värdet på beläggningen anses den ha tillräcklig bärighet för det specifika planet. Det kan däremot finnas en tolerans för ACN-värden som överstiger PCN-värdet men då skillnaden mellan ACN och PCN överstiger 10% för flexibla beläggningar och 5% för styva beläggningar utförs specifika studier. Det görs för att bedöma den driftmässiga genomförbarheten och underhållskostnaderna som kan uppstå i följd av det (IVAO, 2023).

Aircraft Classification Number (ACN)

ACN-värdet beskriver den relativa påverkan som ett flygplan ger upphov till på olika typer av beläggningskonstruktioner. Värdet beror på banans beläggningstyp men är oberoende av beläggningens tjocklek. ACN motsvarar den dubbla härledda belastningen för ett enskilt hjul, uttryckt i tusentals kilogram, och baseras på ett standardiserat däcktryck på 1,25 MPa (181 psi). Det är inte enbart flygplanets vikt som avgör ACN-värdet utan också landningsställets utformning. Faktorer som påverkar belastningen och dess fördelning, såsom avståndet mellan hjulen i en fyrehjulsuppsättning, däcktrycket eller den maximala rampvikten, behöver därmed också beaktas (IVAO, 2023). ACN-värdet beror även på undergrundens bärighet (SKYbrary, u.å. e).

Undergrunden definieras utifrån fyra olika kategorier för var och en av de två beläggningstyperna (flexibel eller styv). Dessa kategorier beskrivs med en bokstav mellan A-D där de olika bokstäverna beskriver hållfastheten på undergrunden. A beskriver en undergrund med hög bärighet såsom cementstabiliserad jord medan D är motsatsen, som till exempel okomprimerad lera. Kategorierna förklaras nedan.

Flexibel beläggning:

- A. Hög hållfasthet - CBR 15 (All CBR över 13%).
- B. Medelhög hållfasthet - CBR 10 (För CBR mellan 8% och 13%).
- C. Låg hållfasthet - CBR 6 (För CBR mellan 4% och 8%).
- D. Väldigt låg hållfasthet - CBR 3 (För CBR under 4%).

Styv beläggning:

- A. Hög hållfasthet - $k = 150 \text{ MN/m}^3$ (Alla k värden över 120 MN/m^3)
- B. Medelhög hållfasthet - $k = 80 \text{ MN/m}^3$ (För värden mellan 60 och 120 MN/m^3)
- C. Låg hållfasthet - $k = 40 \text{ MN/m}^3$ (För värden mellan 25 och 60 MN/m^3)
- D. Väldigt låg hållfasthet - $k = 20 \text{ MN/m}^3$ (Alla k värden under 25 MN/m^3)

k -värdet ovan är en parameter på undergrundens styvhet som beskriver hur marken reagerar på vertikal belastning. Värdet anger hur stort motstånd undergrunden ger upphov till mot applicerad belastning på styv beläggning (Aristorenas & Gomez, 2014). Ett högt värde indikerar liten deformation vid belastning, medan ett lågt k -värde motsvarar en större deformation.

International Civil Aviation Organisation (ICAO) hade i början ansvaret att beräkna ACN-värdena för ett antal utvalda flygplan. För nyare flygplan är det däremot tillverkarna själva som räknar fram ACN-värdet, som görs då flygplanet tas i bruk, och publicerar resultatet i flyghandboken. Värdena publiceras för två olika vikter, den maximala tillåtna totalvikten, samt arbetsvikten för flygplanet då det är tomt. Är flygplanet i bruk med en mellanliggande vikt kan ACN-värdet beräknas med linjär interpolering men får inte extrapolera utanför de två givna värdena (SKYbrary, u.å. e).

ACN-värdet för ett flygplan med given vikt (M) och med kännedom om beläggningens egenskaper interpoleras enligt ekvation 2.2.

$$ACN_M = ACN_{min} + (ACN_{max} - ACN_{min}) * \frac{(M - M_{min})}{(M_{max} - M_{min})} \quad (2.2)$$

Där:

M_{min} är arbetsvikten för flygplanet tomt flygplan,

M_{max} är maximala tillåtna totalvikten,

M är landningsvikten,

ACN_{min} är ACN motsvarande M_{min} ,

ACN_{max} är ACN motsvarande M_{max} .

Ett ACN-värde för ett specifikt flygplan anges oftast som i figur 1 nedan:

Aircraft type: A320-100		Subgrade class							
		Flexible pavement				Rigid Pavement			
	Reference weight	A	B	C	D	A	B	C	D
Maximum Apron Weight	83400 Kg	45	48	53	59	50	55	57	59
Operating Empty Weight	47000 Kg	23	24	26	30	26	28	29	31

Figur 1: Ett typiskt exempel på hur ACN-värdet presenteras för ett flygplan (ICAO, 2023).

Pavement Classification Number (PCN)

Det är flygplatsens operatör/ ägare som avgör PCN för sina banor. De PCN-värden som framställs för en viss flygplats publiceras därefter i AD-delen av Aeronautical Information Publications. PCN-värdena anges som en kod med fem segment, där varje del beskriver den behandlade komponenten av beläggningen (SKYbrary, u.å. a). Kodens fem segment förklaras nedan. Dessa segment separeras med snedstreck och kan i praktiken se ut enligt följande:

PCN: 70/R/C/X/T

Det första segmentet i koden beskriver lastkapaciteten på banan och presenteras alltid som ett avrundat heltal. Detta värde fastställs utifrån diverse olika faktorer, såsom trafikflödet på banan och geometrin på flygplanet. Detta värde beskriver däremot inte nödvändigtvis den direkta bärigheten på beläggningen. I exemplet ovan är alltså PCN-värdet 70 (enhetslös).

Andra segmentet av koden skrivs med antingen bokstaven R eller F. Bokstaven R innebär att själva beläggningen är styv, oftast betong, medan F beskriver en flexibel konstruktion, vilket oftast är asfalt. I exemplet ovan är beläggningen styv (R).

Tredje segmentet beskrivs också med en bokstav, denna gång från A till D. Detta segment av koden beskriver undergrunden under överbyggnaden. Kategorierna på undergrunden för en flexibel respektive styv beläggning beskrivs på två olika sätt och förklarades tidigare. I exemplet ovan befinner sig banan på en undergrund med låg styrka (C).

Det fjärde segmentet av koden visas antingen med en bokstav eller en siffra som uttrycker det maximala däcktrycket som beläggningen kan vidstå. Det är fyra olika bokstäver som kan användas och de presenteras nedan:

- W (Oändligt) - Finns ingen gräns på däcktrycket.
- X (Högt) - Maximalt däcktryck på 1,75 MPa.
- Y (Medelhögt) - Maximalt däcktryck på 1,25 MPa.
- Z (Lågt) styrka - Maximalt däcktryck på 0,5 MPa.

Beläggningen tål alltså ett maximalt däcktryck på 1,75 MPa (X) i exempelkoden ovan.

Den femte och slutliga delen av koden presenteras med en av två bokstäver. Dessa bokstäver förklarar vilken metod som använts för att få fram värdet i första segmentet av koden. Bokstäverna är antingen T eller U och beskrivs nedan:

- T - Teknisk utvärdering.
- U - Erfarenhet från faktisk användning.

Det första värdet 70 har därmed framtagits med en teknisk utvärdering (T) i exemplet.

Banorna på en flygplats kan klassas med flera olika PCN-värden, i vissa fall kan till och med samma landningsbana ha varierande värden. Detta kan bero på att banorna, eller delar av en bana, har olika överbyggnader. För att tydligt presentera detta kan en PCN-karta redovisas, se figur 2 nedan. För att undvika missförstånd vid avläsning bör den förenklas och en lista med ACN-värden baserat på flygplatsens undergrund bör skapas för relevanta flygplan (Kesler, u.å.).



Figur 2: En PCN-karta som visar hur PCN-värdena kan variera på en flygplats (Kesler, u.å.).

2.5 Cumulative Damage Factor (CDF)

Då varje flygplan belastar beläggningen på olika sätt, beroende på bland annat deras hjulkonfiguration och vikt, beräknas detta med hjälp av CDF vid beräkningar med ACR-PCR. En given mix av flygtrafik ger en skadekurva som visar en CDF på en specifik typ av bana. Principen utgår från den adderade skadan på banan producerad från varje individuellt flygplan och dess egenskap. CDF definieras som den andel av banans strukturella liv som är förbrukat genom förhållandet mellan antal belastningar som har tillämpats på banan till det maximalt tillåtna antalet belastningar. Detta ger CDF en skala på 0 till 1, där 0 tyder på ingen skada och 1 tyder på att skadorna på grund av nedbrytning som uppstått på vägen, som spårbildning eller sprickor, har hamnat på en oacceptabel nivå (ICAO, 2022).

Ekvationen för CDF visas i ekvation 2.3.

$$CDF = \sum \frac{n_i}{N_i} \quad (2.3)$$

Där:

n_i är antalet repetitioner,

N_i är maximalt tillåtet antal repetitioner innan oacceptabel nivå.

Till exempel, om 1 000 repetitioner av en specifik belastning lett till brott så hade 300 repetitioner av den belastningen lett till en CDF på 0,3. Om 50 000 repetitioner av en annan typ av belastning lett till brott så hade 10 000 repetitioner av den belastningen lett till en CDF på 0,2. Om man adderar dem två leder det till en total CDF på 0,5. På detta sätt fungerar det när man tar hänsyn till variationen på flygtrafiken och deras olika belastningar (Chai, Wardle & Haydon, 2016).

2.6 ACR/PCR

2.6.1 Bakgrund

För att bestämningen av bärighetsklassificeringen ska överensstämma med nya standarder runt om i världen har ett nytt klassificeringssystem införts. Det nya ACR-PCR-systemet kommer att ersätta det tidigare ACN-PCN-systemet. Systemet infördes som en internationell metod som senast i november 2024 (VTI, 2025 a).

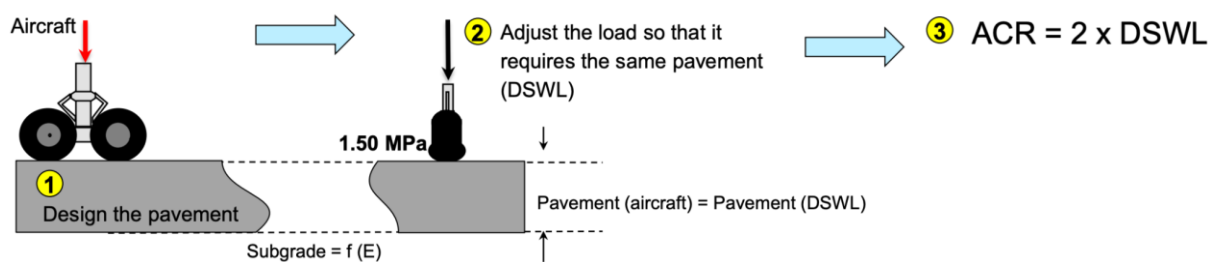
2.6.2 ACR-PCR

ACR-PCR är en ny standardiserad metod som används för att avgöra bärigheten på banan. Denna metod har också utvecklats av International Civil Aviation Organization (ICAO). Systemet ger ännu noggrannare värden på banans bärighet vilket ger en djupare inblick på beläggningsens livslängd och underlättar med en mer optimerad användning av banorna. Det nya systemet ersätter det förra då ACN-PCN-systemet har uppvisat inkonsekventa värden för moderna beläggningar (Botha, 2023). Likt den tidigare metoden ska ACR generellt sett vara mindre än PCR för att ett flygplan ska få användas på beläggningen.

Anledningen till att bytet skett är att ACN-PCN-systemet anses vara föråldrat på grund av flera faktorer. Bland annat förlitar sig det äldre systemet på traditionella empiriska metoder, medan mer avancerade analytiska metoder för beläggningar som LEA, eller Layered Elastic Analysis, har utvecklats under senare år (ICAO, 2022). På grund av den linjärt elastiska karaktären av LEA kan individuella hjullaster summeras för att erhålla den kombinerade respons i töjning och stress hos beläggningen från ett komplext landningsställ. Utöver detta tas det i PCR-värdet hänsyn till flygtrafiken, medan det i PCN-värdet är oberoende av det.

Aircraft Classification Rating (ACR)

Flygplanstillverkaren avgör ACR värdet för flygplanet och ansvaret att byta från ACN till ACR ligger hos dem. ACR kommer däremot ge en mer realistisk bild över hur ett flygplan belastar beläggningen genom att den tar hänsyn till komplexa landningsställ bättre. ACN utgick från förutbestämda faktorer för att ge ett värde på hur ett landningsställ kan mätas som lasten från ett enskilt hjul, eller derived single wheel load (DSWL) på engelska, med ett standardiserat däcktryck på 1,25 MPa. För ACR har det standardiserade däcktrycket ändrats till 1,5 MPa och det räknas fortfarande som två gånger den enskilda hjullasten, däremot i hundratals kilogram istället för i tusentals kilogram för att förhindra förvirring mellan de två systemen (FAA, 2022). Figur 3 illustrerar hur ACR beräknas.



Figur 3: Illustration över DSWL (Fabre, 2022).

Med tillgänglig data från flygplanstillverkarna ska en referenstjocklek t beräknas för 36 500 passager av det aktuella flygplanet enligt ICAO. Tjockleken på det dimensionerande lagret justeras till $CDF = 1$ och utgör referenstjockleken för ACR. Med t och LEA ska en härledd DSWL bestämmas för denna bana. Vid utvärderingar av töjningar under lasten ska en punkt under hjulets centrum vid toppen av underbyggnaden användas (FAA, 2022). Referenskonstruktionen som används för att beräkna flexibla ACR för alla flygplan visas i tabell 1 och 2 där ν visar Poissons tal för de olika lagren.

Tabell 1: Referenskonstruktion för flexibla ACR (flygplan med två eller färre hjul på alla landningsställ) (ICAO, 2022).

Lager	Tjocklek [mm]	E [MPa]	ν
Asfaltlager	76	1 379	0,35
Obundet lager (krossat aggregat)	variabelt	variabelt	0,35
Terrass	oändligt	Se 2.6.2	0,35

Tabell 2: Referenskonstruktion för flexibla ACR (flygplan med fler än två hjul på alla landningsställ) (ICAO, 2022).

Lager	Tjocklek [mm]	E [MPa]	ν
Asfaltlager	127	1 379	0,35
Obundet lager (krossat aggregat)	variabelt	variabelt	0,35
Terrass	oändligt	Se 2.6.2	0,35

ACR kommer att ändras beroende på vilken kategori för terrass som är aktuell för PCR-beräkningen. För det obundna lagret är den lägsta tillåtna tjockleken 25,4 mm i LEA-modellen.

Pavement Classification Rating (PCR)

Flygplatsens ägare/operatör avgör PCR värdet för dess banor. Vid bytet till det nya systemet kommer däremot operatörer som har banor som är avsedda för flygplan med en maximal tillåten vikt på över 5700 kg behöva omvärdera bärigheten på dessa banor med den nya metoden och rapportera resultaten i Luftfartspublikationen (CASA, 2025).

Koden som kommer att fås för PCR har samma format som den för PCN, se avsnitt 2.4.2. Skillnaden kommer att vara i det tredje segmentet av koden, som varierar från A-D. För PCN användes CBR för att beräkna styrkan i terrassen, medan man för PCR använder terrassens elasticitetsmodul E i både styva och flexibla beläggningar. För att beräkna E -modulen kan man använda sig av redan existerande CBR-värden enligt ekvation 2.4 för att få en snabb och förenklad E -modul (EASA, u.å. b), detta används till exempel i amerikanska sammanhang.

$$E = 1500 * CBR (E \text{ i psi}) \text{ eller } 10 * CBR (E \text{ i MPa}) \quad (2.4)$$

- Hög hållfasthet - $E = 200 \text{ MPa}$ (För $E \geq 150 \text{ MPa}$).
- Medelhög hållfasthet - $E = 120 \text{ MPa}$ (För $100 \leq E < 150 \text{ MPa}$).
- Låg hållfasthet - $E = 80 \text{ MPa}$ (För $60 \leq E < 100 \text{ MPa}$).
- Väldigt låg hållfasthet - $E = 50 \text{ MPa}$ (För $E < 60 \text{ MPa}$).

Vid både ACR- och PCR-beräkningar implementeras CDF-konceptet, se avsnitt 2.5 (ICAO, 2022). Beräkningen för PCR kan gå till på två olika sätt, där det utgår från att antingen beläggningen eller terrassen överstiger sin tillåtna användning. För de båda sätten ska ett antal tillåtna repetitioner estimeras som korrelerar till den maximala tillåtna användningen för konstruktionen. För terrasskriteriet används olika skad modeller som visas i ekvation 2.5–2.7, som består av Shell-modellen (ekvation 2.5), Trafikverkets modell (ekvation 2.6) och ICAO-modellen (ekvation 2.7) (Ahmed & Carlsson, 2026).

$$N = 10^{\log(\frac{2,8 \cdot 10^{-2}}{\varepsilon_v})/0,25} \quad (2.5)$$

$$N = \frac{8,06 \cdot 10^{-8}}{\varepsilon_v^4} \quad (2.6)$$

$$\log N = (-0,1638 + 185,19 \cdot \varepsilon_v)^{-0,60586} \quad (2.7)$$

Där:

- N är maximalt tillåtet antal repetitioner innan oacceptabel nivå.
 ε_v är vertikala töjningen på överkanten av terrassen [m/m].

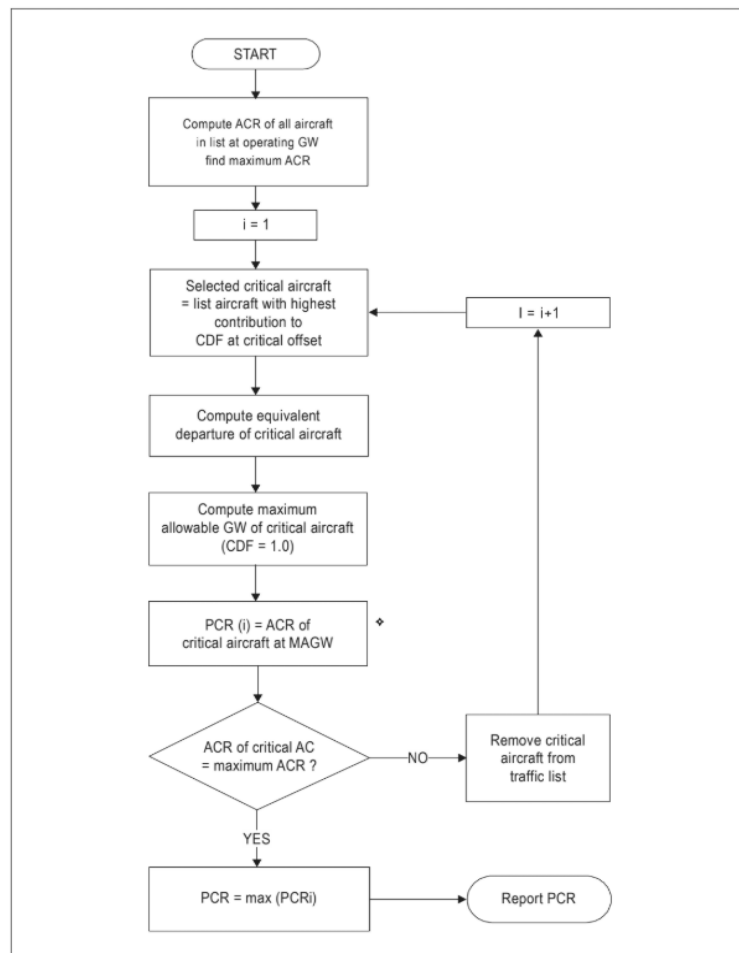
Beläggningskriteriet använder Kinghams formel, se ekvation 2.8, som skadmodell och har använts historiskt för PCN-beräkningar och kommer även att användas för PCR-beräkningar i programmet ERAPave, se avsnitt 2.6.3 (Carlsson, 2004).

$$N = 2,16 \cdot 10^4 \cdot 1,16^{(1,8 \cdot T + 32)} / \varepsilon^d \quad (2.8)$$

Där:

- N är tillåtet antal hjulöverfarter,
 T är beläggningens medeltemperatur i djupled, i °C,
 ε är dragtöjningen i underkant på asfalten, i m/m,
 d är en materialberoende konstant.

PCR-beräkningen utförs sedan genom att följa en procedur som visas i figur 4, där programmen iterativt räknar sig fram till en lösning som ger ett PCR-värde.



Figur 4: Visar stegen som görs vid PCR-beräkning (ICAO, 2022).

De slutgiltiga värdena för både ACR och PCR är på ett ungefär en faktor 10 större än vad ACN och PCN är (Fabre, 2022). Däremot finns det ingen korrelation mellan de två systemen som säger att det ska vara så och att man kan konvertera mellan dem, och värdena kan därmed skilja från denna approximation.

2.6.3 Programvaror

Det finns flera olika programvaror för PCR-beräkningar som används runt om i världen. Olika länder har utvecklat olika programvaror och vissa är bättre anpassade till specifika länder än andra med avseende på landets klimat, materialegenskaper och beräkningssätt. Nedan följer några olika programvaror för att få en inblick i hur olika program är utformade och till vad de används.

FAARFIELD

FAARFIELD (FAA Rigid and Flexible Interactive Elastic Layered Design) är datorprogrammet som enligt Federal Aviation Administration, eller FAA, ska användas vid dimensionering och utvärdering av vägbyggnader. Specifikt tillämpas FAARFIELD vid flygplatser och används främst i USA för att utvärdera ACR-PCR för deras flygplatser. Programmet är baserat på finita elementmetoder och LEA, där en av de större skillnaderna mellan ACN-PCN- och ACR-PCR-systemet var användningen av LEA för mer pålitliga resultat. För flexibla beläggningar räknar programmet den maximala vertikala töjningen på toppen av terrassen (version av skademodellen i ekvation 2.7) och den maximala horisontella töjningen vid botten av asfaltlagret vid ytan som prediktorer för den strukturella livstiden för överbyggnaden (Chai et al., 2016).

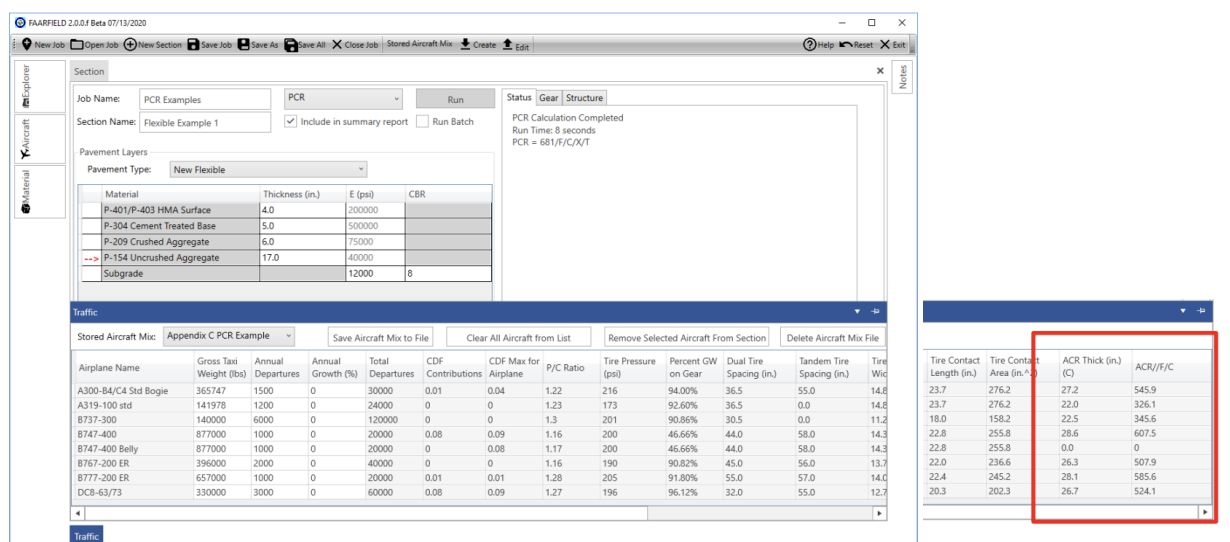
Ett exempel i FAARFIELD har gjorts och ger följande resultat, se tabell 3 och 4 och figur 5 och 6 (FAA, 2022). Trafiken anses vara konstant över en 20-årsperiod och banan är dimensionerad för samma period. E-modulen för lager nummer 5 beräknas enligt ekvation 2.4. Om ett flygplan erhåller bränslet i flygplatsen är trafikcykeln (P/TC) = 1, då påkänningen på banan vid landning är reducerad jämfört med om den var tankad för en landning och avgång. Med data från tabell 3 och 4 kan FAARFIELD beräkna PCR med en så kallad *Technical Evaluation Method*.

Tabell 3. Materialtyper inlagda i FAARFIELD (FAA, 2022).

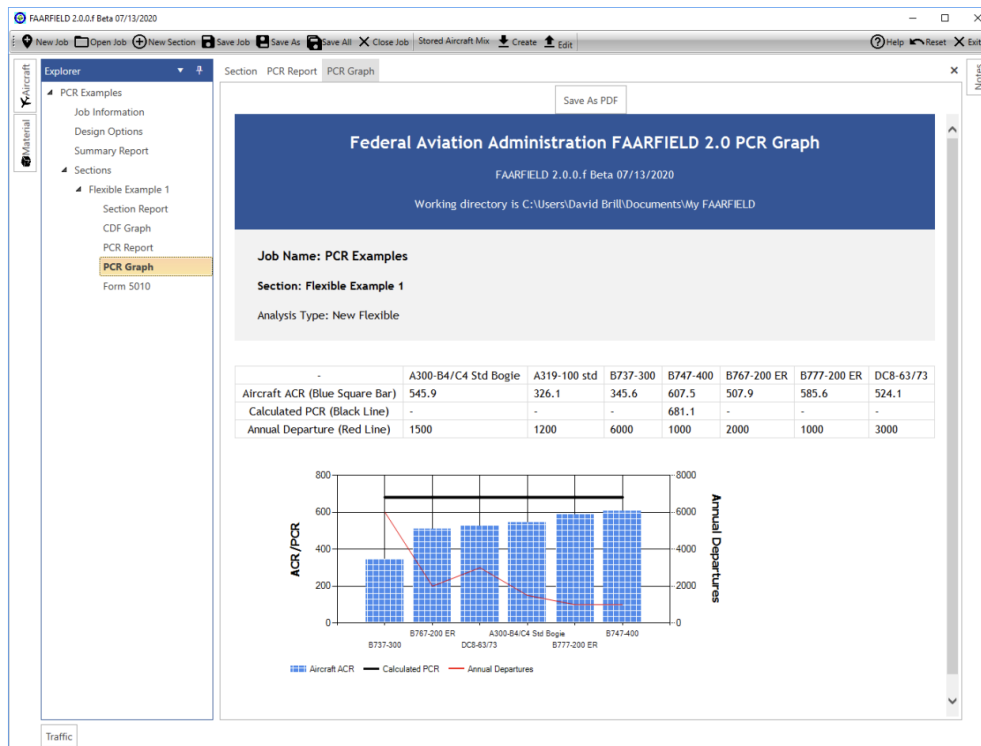
No.	Materialtyp	Tjocklek (in.)	E-modul (psi)
1	P-401/P-403 HMA Surface	4,0	200 000
2	P-304 Cement Treated Base	5,0	500 000
3	P-209 Crushed Aggregate	6,0	75 000
4	P-154 Uncrushed Aggregate	17,0	40 000
5	Subgrade CBR 8%		12 000

Tabell 4. Data på flygplan vid avgång, ACR-värden från programmet ICAO-ACR (FAA, 2022).

No.	Flygplan	Bruttovikt (lbs)	Däcktryck (psi)	ACR/F/C	Årliga avgångar
1	A300-B4/C4 Std	365 747	216,1	545,79	1 500
2	A319-100 Std	141 978	173,0	326,02	1 200
3	B737-300	140 000	201,0	345,93	6 000
4	B747-400	877 000	200,0	606,91	1 000
5	B747-400 Belly	877 000	200,0	606,91	1 000
6	B767-200 ER	396 000	190,0	507,86	2 000
7	B777-200 ER	657 000	205,0	585,58	1 000
8	DC8-63/73	330 000	196,0	523,07	3 000



Figur 5. Trafikdata i FAARFIELD, med flygplanens bidrag till CDF (FAA, 2022).



Figur 6. FAARFIELD PCR-graf (FAA, 2022).

Figur 5 och 6 visar att PCR blev 681/F/C/X/T. Den totala CDF blev 0,18 vilket tyder på att banans strukturella kapacitet överstiger belastningen från den valda flygtrafiken. I figur 6 visas ACR för varje flygplan (blåa staplar) som kan jämföras mot det beräknade PCR för banan (svarta linjen).

Det finns några anledningar till att FAARFIELD inte används i Sverige vid utvärderingar av ACR-PCR. Programmet baseras på amerikanska fullskaledata som har utförts sedan 1940-talet. Detta medför att programmet förutsätter vissa aspekter vid beräkningar som är typiska för USA, som materialegenskaper och klimatförhållanden. På grund av klimatet i Sverige uppstår tjälproblem och därmed konstrueras svenska banor med tjockare överbyggnader för att motverka detta. Separata åtgärder utförs i områden i USA där dessa typer av problem kan förekomma. Tjäle kan förekomma i stora delar av Sverige och lösningar som är baserade på lokala erfarenheter i de delarna av USA där tjäle förekommer kan inte implementeras på samma sätt i Sverige. FAARFIELD använder sig av materialmodeller som är kalibrerade för det som används i USA. Exempelvis används fixerade elasticitetsmoduler och Poissons tal för det översta lagret som är i asfalt (1 379 MPa respektive 0,35), denna E-modul korrelerar till en temperatur på 32°C. Användare kan anpassa E-moduler och Poissons tal till sitt tycke, men programmet kommer fortfarande att följa nedbrytningsmodeller som har baserats på amerikanska fullskaledatan och kan ge olika resultat vid jämförelse med liknande materialegenskaper hos program som tillämpas i exempelvis Sverige. Figur 7 visar på några förutbestämda lager som används i FAARFIELD med korresponderande E-moduler och Poissons tal.

Layer Type	FAA Specified Layer	Rigid Pavement psi (MPa)	Flexible Pavement psi (MPa)	Poisson's Ratio
Surface	P-501 Cement Concrete	4,000,000 (30,000)	NA	0.15
	P-401/P-403 ¹ /P-404 Asphalt Mixture	NA	200,000 (1,380) ²	0.35
Stabilized Base and Subbase	P-401/P-403 Asphalt Mixture	400,000 (3,000)		0.35
	P-306 Lean Concrete	700,000 (5,000)		0.20
	P-304 cement treated aggregate base	500,000 (3,500)		0.20
	P-220 Cement treated soil base	250,000 (1,700)		0.20
	Variable stabilized rigid	250,000 to 700,000 (1,700 to 5,000)	NA	0.20
	Variable stabilized flexible	NA	150,000 to 400,000 (1,000 to 3,000)	0.35
Granular Base and Subbase	P-209 crushed aggregate	Internal calculation by FAARFIELD ⁴		0.35
	P-208, aggregate	Internal calculation by FAARFIELD ⁴		0.35
	P-219, Recycled concrete aggregate	Internal calculation by FAARFIELD ⁴		0.35
	P-211, Lime rock	Internal calculation by FAARFIELD ⁴		0.35
	P-207 Recycled Asphalt aggregate base ³	25,000-500,000		0.35
	P-154 uncrushed aggregate	Internal calculation by FAARFIELD ⁴		0.35
Subgrade ⁵	Subgrade	1,000 to 50,000 (7 to 350)		0.35
User-defined	User-defined layer	1,000 to 4,000,000 (7 to 30,000)		0.35

Figur 7. Förutbestämda lager som används i FAARFIELD (FAA, 2021).

Många parametrar som används i FAARFIELD är specifikt utvecklade för att fungera i amerikanska sammanhang. Materialtyper som används i USA skiljer sig från de som används i Sverige och antaganden om klimat kan inte implementeras utan konsekvenser i Sverige. Utöver detta beräknas E-modulen i terrassen fortfarande med hjälp av CBR-värdet, vilket ger en osäkerhet när det kommer till vad den faktiska E-modulen är.

Alizé-Airfield

Alizé-Airfield är ett program som utvecklats och använts i Frankrike för dimensionering av vägar och motorvägar i över 30 år, men nu anpassats till att tillämpas på flygbanor genom att kunna hantera komplexa hjulkonfigurationer, höga däcktryck och högre laster. Programmet grundar sig på en linjär-elastisk flerskiktsteori för att beräkna stress och töjningar i de olika lagren för att sedan jämföra dem med de tillåtna värdena för varje lager. Den tillåtna stressen och töjningen baseras bland annat på dess utmattningssegenskaper och plastiska deformationer som fås från laborietester. Alizé utgår från att terrassen har ett CBR-värde och programmet beräknar utmattningen i konstruktionen som uppstår på grund av deformationer i terrassen, likt FAARFIELD. Även då programmet är modellerat utifrån olika parametrar, ger beräkningar liknande resultat när likartade konstruktioner och belastningar matas in (Caron, Theillout & Brill, 2010).

PCASE

PCASE (Pavement-Transportation Computer Assisted Structural Engineering) utvecklat av det amerikanska försvaret först i 80-talet för analys och dimensionering av vägar och flygbanor. Programmet nedbrytningsmodell baserar sig på militära fullskaleförsök och är därför ett empiriskt program som anser att lagrena i konstruktionen beter sig linjärelastiskt. Principen går ut på att beräkna dragtöjningar i lagrens underkant som uppstår på grund av deformationen i terrassen, som i sin tur beräknas med CBR. PCASE ger vanligtvis ett mer konservativt PCR-värde jämfört med andra program på grund av de unika fullskaleförsöken (US Army Corps of Engineers, 2024).

Pavers

Pavers är ett nederländskt program som bland annat används vid beräkningar av flygplatsbanors bärrighet. Det har historiskt använts för PCN-beräkningar och kan idag användas för PCR-beräkningar. Programmet bygger på linjär-elastisk flerskiktsteori och kan beräkna spänningar, töjningar och deformationer i samtliga lager. Detta i kombination med data från flygtrafiken, såsom dess hjulkonfiguration, vikt och antal rörelser beräknar skadan enligt CDF-principen för att till slut få fram ett PCR-värde. Pavers tar dessutom hänsyn till lateral wander, alltså landningsställets avvikelse från banans centrumlinje, för att ge en mer noggrann bild över skadan från flygplanen.

Programmet tar hänsyn till både beläggningskriteriet, genom horisontella dragtöjningar i underkant asfalt, och terrasskriteriet, genom vertikala trycktöjningar ovanpå terrassen. Allt relateras sedan till empiriskt kalibrerade utmattnings- och deformationsmodeller för att kunna beräkna antalet rörelser innan oacceptabel skada uppstått på banan (Pavers, u.å).

APSDS

APSDS (Airport Pavement Structural Design System) är ett program utvecklat i Australien för analys av flygbanor. Programmet används för att bedöma konstruktioners bärförmåga under realistiska trafikförhållanden och erbjuder en mer detaljerad analys än äldre empiriska metoder. Överbyggnaden modelleras som ett flerskiktssystem med definierade elastiska egenskaper för varje lager, och programmet beräknar spänningar och töjningar som uppstår under belastning för att utvärdera konstruktionens strukturella respons. APSDS använder sig av CDF för beräkna skadan på banan, utöver detta kan programmet generera skadeprofiler över hela överbyggnaden, vilket gör det möjligt att identifiera svaga punkter och därmed förutse långtidseffekter.

Användaren kan ange anpassade materialegenskaper såsom elasticitetsmodul och Poissons tal, och programmet integrerar empiriska utmattningsmodeller baserade på fullskaleförsök. En av fördelarna med programmet är dess förmåga att ta hänsyn till lateral wander vilket ger realistiska skadeberäkningar över hela överbyggnaden (APSDS, u.å).

ERAPave-Flygfält

ERAPave är ett utvecklat system för beräkning av PCR-värden som utgår från samma grund som de andra systemen genom att ta trafikmängd och hjullaster i beaktning men det är anpassat till svenska förhållanden och nedbrytningskriterier. Till skillnad från FAARFIELD och Alizé-Airfield följer inte ERAPave beräkningsmodellen i ICAO:s flygplatsmanual utan utgår istället från det svenska sättet att dimensionera vägar på (Rudeklint et al., 2024). ERAPave beräknar nedbrytningen i asfaltbeläggningen istället för deformationen i terrassen som FAARFIELD gör. Däremot kan man även i programmet använda alla skademodeller för terrassen, som visas i ekvation 2.5–2.7.

ERAPave tar dessutom hänsyn till klimatet i större utsträckning än vad program som FAARFIELD gör genom att exempelvis låta användare korrelera styvhetsmoduler till respektive klimatperiod. Slutligen tar FAARFIELD i sin trafikmängd enbart hänsyn till starter som görs från flygplatsen medan ERAPave även beaktar de landningar som sker. Detta beror på att landningar med tyngre flygplan ofta bryter ner banan mer än vad starter med lättare flygplan gör (Rudeklint et al., 2024).

3 Metod

Efter att vi hade fått in den information som behövdes från litteraturstudien fortsattes arbetet. För att kunna ge väl motiverade åtgärder för hur ACR-PCR-systemet skiljer sig åt från ACN-PCN-systemet, hur beräkningsprogrammen för PCR skiljer sig åt och hur känsliga PCR-värden är mot trafikmängd har arbetet genomförts stegvis där varje steg är en systematisk fortsättning på det föregående. Dessa steg beskrivs nedan.

3.1 Intervjuer

För att få ytterligare nödvändig information, utöver den som framtogs i litteraturstudien, samt kunna få svar på specifika frågor har intervjuer med kunniga och delaktiga inom området hållits. Intervjuerna planerades utifrån tillgänglig information tillsammans med handledarna. De hölls med representanter från Swedavia och VTI. Från intervjuerna med VTI har en bättre förståelse och djupare inblick för ERAPave-flygfält införskaffats där de förklarade hur programmet används i praktiken och vilka beräkningar som programmet gör. Utöver det förklarade de ACR-PCR-systemet ytterligare. Intervjuerna med Swedavia fokuserade mer på hur underhåll på flygplatser går till samt hur hänsyn tas till klimatet vid arbete med flygplatser. Denna information presenteras i avsnitt 3.1.1 och 3.1.2 nedan.

3.1.1 Underhåll på svenska flygplatser

Underhåll på flygplatser är väsentligt för att undvika risker och skador samt för att flygtrafiken ska ha möjlighet att åka som planerat. Underhållet på flygplatserna avgörs främst utifrån okulära PCI-besiktningar som rekommenderat görs var tredje år för rullbanor och var femte/sjätte år för resterande banor på flygplatsen. Utöver det utförs dessutom fallviktsmätningar för att avgöra vilken åtgärd som behöver vidtas. En fallviktsmätning simulerar en tung hjulöverfart genom en dynamisk punktbelastning på ytan. Vid belastningen och upp till 150 cm från belastningscentrum mäts deflektionen som uppstår i konstruktionen och kan därefter användas som underlag till att ta reda på styvheten för lagren (VTI, 2025 b). Vid dålig bärighet kan flera lager behöva åtgärdas men oftast är det enbart slitlagret som åtgärdas. Slitlagret brukar ha en livslängd på ungefär 12 år men vädret kan påverka i vilken takt lagret slits. Halkbekämpning kan också vara en anledning som ger accelererad nedbrytning.

Pavement condition index (PCI)

Pavement condition index (PCI) är en numerisk skala som används för att avgöra skicket på en vägbeläggning beroende på mängden och typen av skador som finns på beläggningens yta, se figur 8. Denna skala går från 0 - 100 där 0 motsvarar det sämsta möjliga skicket medan 100 motsvarar en nyligen belagd väg. Värdet för asfaltbeläggningen avgörs beroende på skador och fel i asfalten som upptäcks under inspektioner. Sådana skador kan vara spårbildning och sprickbildning. PCI-värdet påverkas av en hel del faktorer såsom ålder, klimat, nederbörd och trafikbelastning (MTC, 2024). Värden som tidigare framtagits för en sektion av vägen kan användas för att avgöra hur nedbrytningen kommer uppstå framöver och när underhåll kommer

att behövas. På så sätt kan PCI-värdet användas för att avgöra hur drift och underhåll för en väg ska prioriteras och finansieras (FAA, u.å.).

PCI	Verbal Rating
86–100	Good
71–85	Satisfactory
56–70	Fair
41–55	Poor
26–40	Very Poor
11–25	Serious
0–10	Failed

Figur 8: PCI-skalan.

3.1.2 Klimat

Det läggs stort fokus på klimatfrågor vid arbete med flygplatser där exempelvis Swedavia kontinuerligt arbetar med olika åtgärder för att förbättra verksamheten ur ett klimatperspektiv. En viktig del i detta arbete ligger i att utveckla asfaltrecept med så låg klimatpåverkan som möjligt. Stort fokus läggs på tillsatserna som blandas i asfaltmassan för att på så sätt minska klimatavtrycket. Vidare har alternativa och mer klimatvänliga bindemedel testats i asfaltmassor för att undersöka om de ger samma kvalitet och resultat.

Istället för att helt ersätta befintliga asfaltlager vid underhåll kan en infräsning göras på äldre bärlager som sedan cementstabiliseras för att öka konstruktionens hållbarhet, vilket är mer fördelaktigt ur miljösynpunkt. Vid sprickbildning genomförs också åtgärder genom att fylla i sprickorna med ett spackelliknande material som förhindrar att vatten tränger ner i de underliggande lagren. Detta görs eftersom förebyggande underhåll är mer klimatvänligt än omfattande ombyggnationer. En annan metod för att förlänga livslängden på beläggningen är bindemedelsförsegling av ytan.

Vid schaktarbeten finns dessutom ett fokus på att platsåtervinna schaktmassor för att minska klimatpåverkan från transporter och materialproduktion. Vid nyproduktion av asfalt används ofta omkring 30 % returafalt, men i vissa fall har andelen uppgått till 70 %. Metoden remixing, där den befintliga vägytan värms upp, fräses och blandas med nytt bindemedel och ny asfaltmassa direkt på plats, har också testats vid ett antal tillfällen med det har inte gett positiva resultat.

3.2 Inhämtning av mätdata och teknisk information

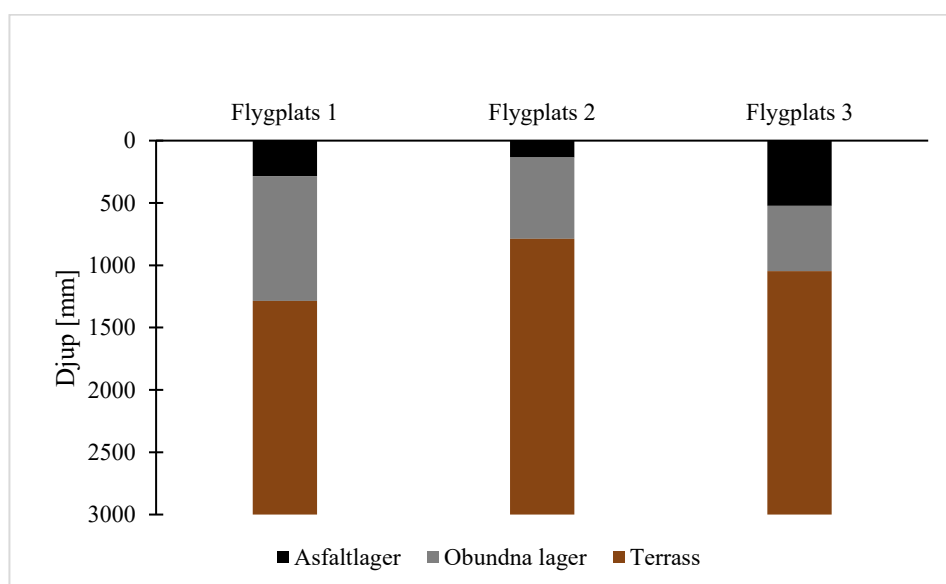
Då informationen var insamlad behövdes därefter mätdata och teknisk information erhållas för att kunna utföra kommande beräkningar. Datainsamlingen inkluderar fallviktsmätningar och lageruppbyggnad från de olika banorna samt flygtrafiken på de tre flygplatserna. Denna data samt hur den använts presenteras nedan.

3.2.1 Inhämtad data

Lagertjocklekar för de tre flygplatserna har inhämtats från befintliga rapporter och annan data. De kan ses i tabell 5 och figur 9 nedan. Alla asfaltlager och obundna lager har summerats till ett gemensamt lager vardera. Slutligen har det antagits att det är berg från 3 meters djup vid beräkning av styvhetsmoduler. Därmed har tjockleken på terrassen skrivits in som avståndet från de obundna lagren ner till berget. Dessa värden kommer att behövas för att kunna beräkna nödvändiga styvhetsmoduler.

Tabell 5: Tjockleken på bankonstruktionen.

Asfaltlager [mm]	Obundna lager [mm]	Terrass [mm]
Flygplats 1		
285	1000	1715
Flygplats 2		
135	652	2 213
Flygplats 3		
523	525	1952



Figur 9: Tjockleken på bankonstruktionen.

Data med fallviktsmätningar har också inhämtats för flygplatserna. Denna data kan ses under Bilagor nedan. Den ursprungliga datan är nedskriven med SI-enheter och därmed kompatibel med PMS-Objekt och ERAPave. Värdena har dessutom gjorts om till amerikanska enheter för att kunna användas i BAKFAA, som är en programvara från FAA för att bakåträkna materialegenskaper i konstruktionen utifrån fallviktsmätningar.

För att beräkna PCR-värden behövs flygtrafiken på flygplatsen. Flygtrafiken har tagits fram utifrån rimliga antaganden för banan baserat på flygplatsens storlek och användning. Flygplan som har en maximal take off-vikt (MTOW) som är under 10 000 kg kommer inte tas hänsyn till eftersom de inte anses påverka nedbrytningen av bankonstruktionen i en betydande omfattning (Rudeklint et al., 2024). De flygplan som därmed antas vara verksamma på flygplatsen och i vilken utsträckning visas i tabell 6, 7 och 8 nedan.

Tabell 6: Flygtrafiken på flygplats 1.

Flygplan	Årliga avgångar	MTOW (kg)	ACR (Kategori C)	ACN (Kategori C)
A321-200	3 000	93 500	550	61
A320neo	4 000	70 400	370	42
B737-800	3 300	79 200	450	50
B767-300ER	1 700	187 000	560	66
A319neo	7 000	75 900	400	44
B777-300ER	16	352 400	790	89
B747-8	16	447 000	730	89

Tabell 7: Flygtrafiken på flygplats 2.

Flygplan	Årliga avgångar	MTOW (kg)	ACR (Kategori C)	ACN (Kategori C)
F50	1 200	20 800	100	13
C-130	100	70 300	310	37

Tabell 8: Flygtrafiken på flygplats 3.

Flygplan	Årliga avgångar	MTOW (kg)	ACR (Kategori B)	ACN (Kategori B)
A320-200	64 900	73 900	370	39
A330-200	2 700	230 900	580	62
A350-900	1 800	268 900	680	71
ATR 72-600	7 800	22 800	110	14
B737-800	29 900	79 200	410	45
B757-200	1 500	116 100	290	33
B777-300ER	600	352 400	630	71
B787-8	1 800	228 400	590	66
Embraer 170LR	13 200	37 200	170	-

3.3 Beräkning av styvhetsmoduler

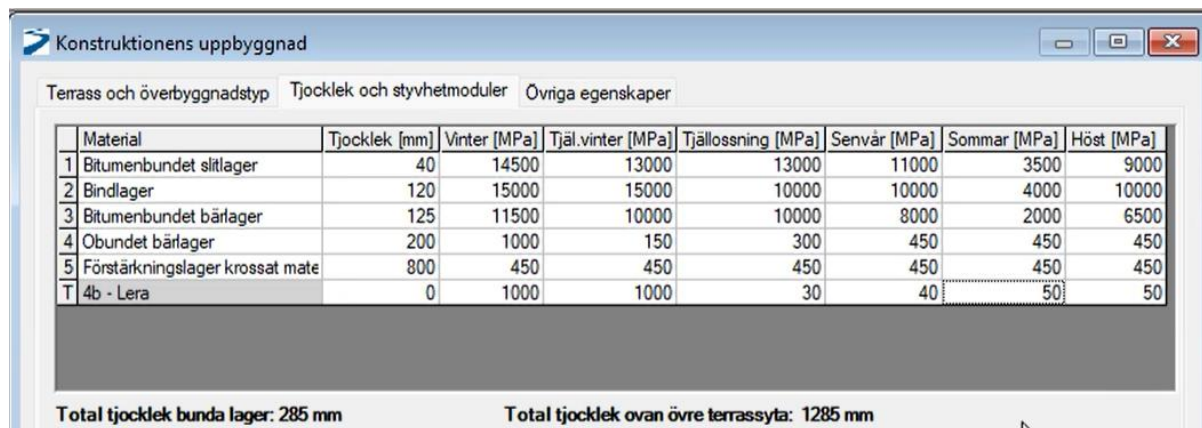
Programvaror har använts för att bakåträkna styvhetsmoduler från fallviktsmätningarna. För att göra det behövdes primära styvhetsmoduler skrivas in i programvarorna. De primära styvhetsmodulerna för flygplats 1 har framtagits genom rimliga antaganden mellan värden som PMS-objekt gav utifrån lagertjocklekar och Asfaltbokens ungefärliga E-modul. Dessa styvhetsmoduler krävs för att programvarorna ska få ett bättre startvärde och därmed få en noggrannare slutlig bakåträknad styvhetsmodul. Styvhetsmodulen påverkas bland annat av temperaturen och bindemedlet. Fallviktsmätningarna för flygplats 1 gjordes då temperaturen i beläggningen var cirka 14 °C.

Eftersom temperaturen var relativt hög för flygplatsen bör E-modulen vara något lägre än vad som rekommenderas för hösten. Däremot är de två översta lagren PMB - modifierade vilket ger en högre styvhet och förbättrad deformationsresistens för asfaltlagren (Malmö stad, 2025). Med hänsyn till det sätts de tre asfaltlagrens gemensamma E-modul till 6 500 MPa vilket ligger mellan höst- och sommarvärden för både PMS-objekt, se figur 10, och värden från Asfaltboken.

För fallviktsmätningarna i flygplats 2 var temperaturen i beläggningen 2 °C. Eftersom temperaturen är lägre än vad figur 11 visar för relevant klimatzon för vår och höst, antas E-modulen i detta fall vara högre än vad figurerna nedan rekommenderar för dessa årsperioder. Därmed antas den vara 11 500 MPa.

För flygplats 3 har den primära E-modulen för asfaltlagren funnits tillgänglig i befintlig data och var 3 000 MPa. Detta värde verkar rimligt med hänsyn till temperaturen då fallviktmätningarna gjordes och klimatzonen flygplatsen är i.

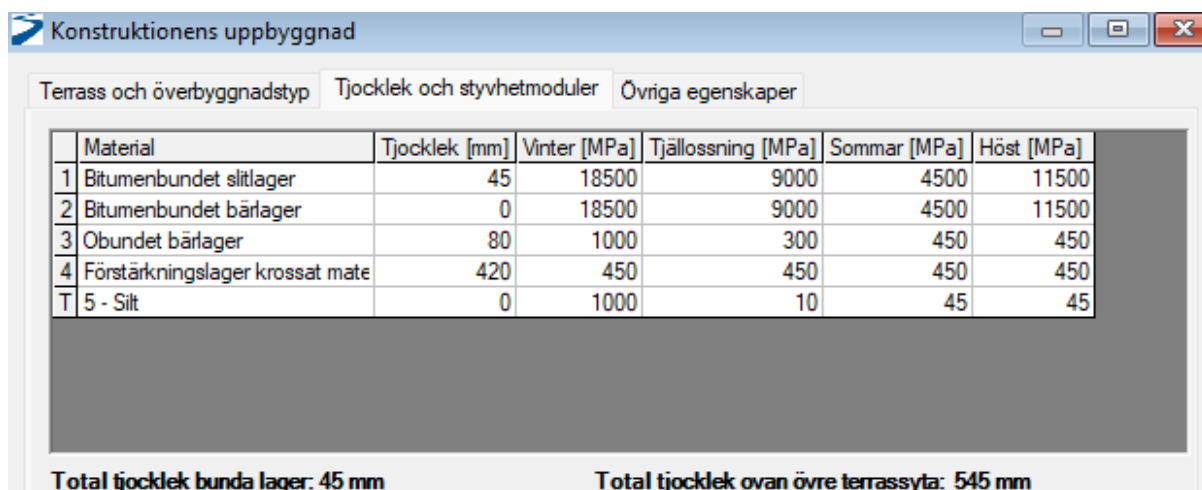
För de obundna lagren sätts E-modulen till 300 MPa enligt TRVINFRA-00224 (Trafikverket, 2023). Undergrunden som är av lera respektive silt får en E-modul på 50 MPa vilket stämmer överens med värdena nedan för sommar och höst. Poissons tal är förinställt till 0,35 i alla tre program eftersom det är oberoende av både material och klimatperiod (Wiman & Tholén, 2018).



	Material	Tjocklek [mm]	Vinter [MPa]	Tjäl.vinter [MPa]	Tjällossning [MPa]	Senvår [MPa]	Sommar [MPa]	Höst [MPa]
1	Bitumenbundet slitlager	40	14500	13000	13000	11000	3500	9000
2	Bindlager	120	15000	15000	10000	10000	4000	10000
3	Bitumenbundet bärlager	125	11500	10000	10000	8000	2000	6500
4	Obundet bärlager	200	1000	150	300	450	450	450
5	Förstärkningslager krossat mate	800	450	450	450	450	450	450
T	4b - Lera	0	1000	1000	30	40	50	50

Total tjocklek bunda lager: 285 mm Total tjocklek ovan övre terrassyta: 1285 mm

Figur 10: E-moduler från PMS-objekt.



	Material	Tjocklek [mm]	Vinter [MPa]	Tjällossning [MPa]	Sommar [MPa]	Höst [MPa]
1	Bitumenbundet slitlager	45	18500	9000	4500	11500
2	Bitumenbundet bärlager	0	18500	9000	4500	11500
3	Obundet bärlager	80	1000	300	450	450
4	Förstärkningslager krossat mate	420	450	450	450	450
T	5 - Silt	0	1000	10	45	45

Total tjocklek bunda lager: 45 mm Total tjocklek ovan övre terrassyta: 545 mm

Figur 11: E-moduler från PMS-objekt.

De antagna styvhetsmodulerna och tjocklekarna för de tre olika lagren har fyllts in i de tre olika programmen för flygplats 1. Styvhetsmodulen för det obundna lagret har låsts för att få rimligare värden på de två andra lagren. Efter att programmen körts för flygplats 1 har styvhetsmoduler bakåträknats från fallviktmätningarna. Värdena från både ERAPave och PMS-Objekt verkar däremot vara orimliga och inte stämma bra överens med de primära värdena. PMS-Objekt kunde inte läsa in flera av testpunkterna och gav väldigt hög standardavvikelse och RMS för många värden vilket kan ses i Bilaga 4. ERAPave gav däremot för orimligt låga värden för asfaltlagren och terrassen vilket kan ses i figur 12 och 13 nedan. Därmed användes inte dessa värden.

Layer thickness and material properties					
Number of Layers			Number of climate periods		
4			1		
Layer	Layer type	Thickness (mm)	E-Modulus (MPa) - P1	Poisson's ratio (-)	Back-Calculated
1	Asfaltbeläggning	285	928.7	0.35	☒
2	Obunden-överby...	1000	300.0	0.35	☐
3	Undergrund	1715	10.0	0.35	☒
▶ 4	Undergrund	####	50 000.0	0.35	☐

Figur 12: Bakkalkylerade E-moduler för den första delen av flygplatsen.

Layer thickness and material properties					
Number of Layers			Number of climate periods		
4			1		
Layer	Layer type	Thickness (mm)	E-Modulus (MPa) - P1	Poisson's ratio (-)	Back-Calculated
1	Asfaltbeläggning	285	978.0	0.35	☒
2	Obunden-överby...	1000	300.0	0.35	☐
3	Undergrund	1715	13.2	0.35	☒
▶ 4	Undergrund	####	50 000.0	0.35	☐

Figur 13: Bakkalkylerade E-moduler för den andra delen av flygplatsen.

E-modulerna beräknades istället med BAKFAA för både flygplats 1, 2 och 3 för att ge likartade förutsättningar.

Styvhetsmodulerna beräknades på fyra olika sätt. Genom att jämföra dessa kan variationen för det beräknade PCN- och PCR-värdet analyseras. Då tas även hänsyn till variationer i material och utförande, vilket bör spegla hela banans egenskaper, inte bara själva mätpunkterna, vilket kan ge mer säkra PCN- och PCR-värden i slutändan.

- Alla mätstationer från fallviktsmätningarna förs in i BAKFAA som beräknar styvhetsmoduler baserat på vardera mätstation. Från dessa styvhetsmoduler beräknas sedan ett medelvärde för alla. För flygplats 1 och 3 har tre mätningar utförts per mätstation medan flygplats 2 har två olika mätningar per station.
- Från fallviktsmätningar beräknades ett medelvärde på alla deflektioner och användes för en beräkning i BAKFAA för att få en bakåträknad styvhetsmodul baserat på det.
- På de beräknade medelvärdena på alla deflektioner tillsattes en standardavvikelse och användes för en beräkning i BAKFAA för att få en bakåträknad styvhetsmodul baserat på det.
- 90-percentilen beräknades för alla deflektioner och användes i BAKFAA för att få en bakåträknad styvhetsmodul baserat på det.

Alla värden redovisas i tabell 10 och figur 14 och 15 under avsnitt 4.1. Styvhetsmoduler som beräknats på olika sätt kommer att angivas en beteckning vardera enligt nedan.

- Medelvärde av de bakåträknade styvhetsmoduler i BAKFAA från alla deflektioner:
A1 = flygplats 1; A2 = flygplats 2; A3 = flygplats 3
- Bakåträknade styvhetsmoduler i BAKFAA från medelvärdet av alla deflektioner:
B1 = flygplats 1; B2 = flygplats 2; B3 = flygplats 3
- Bakåträknade styvhetsmoduler i BAKFAA från medelvärdet + standardavvikelse av alla deflektioner:
C1 = flygplats 1; C2 = flygplats 2; C3 = flygplats 3
- Bakåträknade styvhetsmoduler i BAKFAA från 90-percentilen av alla deflektioner:
D1 = flygplats 1; D2 = flygplats 2; D3 = flygplats 3

För att beräkna PCN och PCR behövs den horisontella dragtöjningen i underkant av asfaltlagren. Den varierar med olika styvhetsmoduler som i sin tur beror på temperaturen. Därmed kommer styvhetsmodulerna behöva justeras utifrån temperaturerna under olika årstider. Fallviktsmätningen gjordes vid en beläggningstemperatur på ca. 14 °C, 2 °C och 9 °C för respektive flygplats. För att kunna beräkna justerade styvhetsmoduler vid olika temperatur används ekvation 3.1.

$$E_T = 1,79 \cdot 10^4 \cdot e^{(-0,071 \cdot T)} \quad (3.1)$$

Där:

T är beläggningens medeltemperatur i djupled, i °C.

För 14 °C blev $E_{T1} = 6\,625$ MPa, för 2 °C blev $E_{T2} = 15\,530$ MPa och för 9 °C blev $E_{T3} = 9\,448$ MPa. För att implementera de bakåträknade styvhetsmodulerna med olika årstider och respektive temperatur beräknades en kvot mellan de bakåträknade styvhetsmodulerna och E_T . Kvoten multiplicerades med de beräknade styvhetsmodulerna från ekvation 3.1 för de olika temperaturer och årsperioder som finns, se tabell 9, vilket görs för att överensstämja med mätningarna från respektive flygplats. Det görs däremot inte för vinterårstiden eftersom det antas att ingen nedbrytning sker under vinterperioden. FAARFIELD använder styvhetsmoduler baserade på en temperatur på 32 °C och därför justerades styvhetsmodulerna till denna temperatur också.

Tabell 9: Temperatur och dess längd för relevant klimatzon.

	Vårperiod	Sommarperiod	Höstperiod	FAARFIELD
Flygplats 1 och 3				
Beläggningstemperatur [°C]	3	23	9	32
Längd [månader]	0,5	4,5	5	-
Flygplats 2				
Beläggningstemperatur [°C]	4	19	7	32
Längd [månader]	2	3,5	1,5	-

3.4 Beräkning av PCN- och PCR-värden

Både PCN och PCR har beräknats för att kunna jämföras samt för att kunna analysera PCR-värden och programvarorna som använts närmare. PCN-beräkningar har gjorts manuellt med hjälp av ERAPave medan FAARFIELD och ERAPave-Flygfält har använts för beräkning av PCR för att jämföra en mer svenskanpassad programvara med en amerikansk.

3.4.1 PCN

De olika styvhetsmodulerna har använts i programmet ERAPave för att beräkna den horisontella dragtöjningen i asfaltens underkant. Det behövs vid beräkning av PCN-värden, där Kinghams formel används, se ekvation 3.2.

$$N = 2,16 \cdot 10^4 \cdot 1,16^{(1,8 \cdot T + 32)} / \varepsilon^d \quad (3.2)$$

Där:

- N är tillåtet antal hjulöverfarter,
- T är beläggningens medeltemperatur i djupled, i °C,
- ε är dragtöjningen i underkant på asfalten, i m/m,
- d är en materialberoende konstant, valdes till 4,1.

Dragtöjningen ε varierar beroende på asfaltens styvhet. Därför används de justerade styvhetsmodulerna för de olika årsperioderna för att räkna en dragtöjning för vardera temperatur i ERAPave. Där har lagertjocklekar med respektive styvhetsmodul och ett däcktryck på 1,25 MPa skrivits in. Slutligen ska en antagen axellast också fyllas i för att ERAPave ska beräkna ε . Utifrån detta beräknades därefter det tillåtna antal hjulöverfarter för de tre

årsperioderna med Kinghams formel. För att väga samman de tillåtna antalet hjulöverfarter som de olika dragtöjningarna ger upphov till för att få ett värde för hela året har ekvation 3.3 använts (Carlsson, 2004).

$$N_{till}Tot = 12/(Tp1/N_{till}1 + Tp2/N_{till}2 + Tp3/N_{till}3) \quad (3.3)$$

Där:

$N_{till}Tot$ är totalt tillåtet antal hjulöverfarter,
 $Tp1-3$ är årsperiodens längd, i månader,
 $N_{till}1-3$ är tillåtet antal hjulöverfarter för respektive årsperiod.

Det totala tillåtna antalet hjulöverfarter $N_{till}Tot$ får som lägst vara 10 000 för PCN-beräkningar. För att få fram det värdet har axellasten iterativt ändrats i ERAPave fram tills det gavs horisontella dragtöjningar för de tre temperaturerna som korresponderande till som lägst 10 000 antal hjulöverfarter. Dessa axellaster visas i tabell 15 i avsnitt 4.2. Axellasterna behöver sedan divideras med fem för att få PCN-värdet som också presenteras nedan.

3.4.2 PCR

Värdena för lagertjocklekar, de justerade styvhetsmodulerna och trafikmängd har skrivits in FAARFIELD och ERAPave-Flygfält för att beräkna PCR-värdet på flygplatserna. Vid beräkning av PCR används dessa program både för att jämföra amerikanskt och svenskutvecklat program men även för att bedöma rimligheten på det svenska programmet.

I ERAPave beräknades PCR utifrån beläggningskriteriet och där användes Kinghams formel med 4,1 som värdet för den materialberoende konstanten d . Terrasskategorin var C, C och B för flygplats 1, 2 respektive 3. Klimatperioder med respektives styvhetsmodul för asfaltlagret lades in för alla tre flygplatser vid beräkningen och analysperioden antas vara 10 år, då detta i praktiken används för vissa flygplatser. I båda programmen antas en årlig tillväxt på 2 % för flygtrafiken och för FAARFIELD lades de justerade styvhetsmodulerna för en temperatur på 32 °C in för asfaltlagret.

4 Resultat

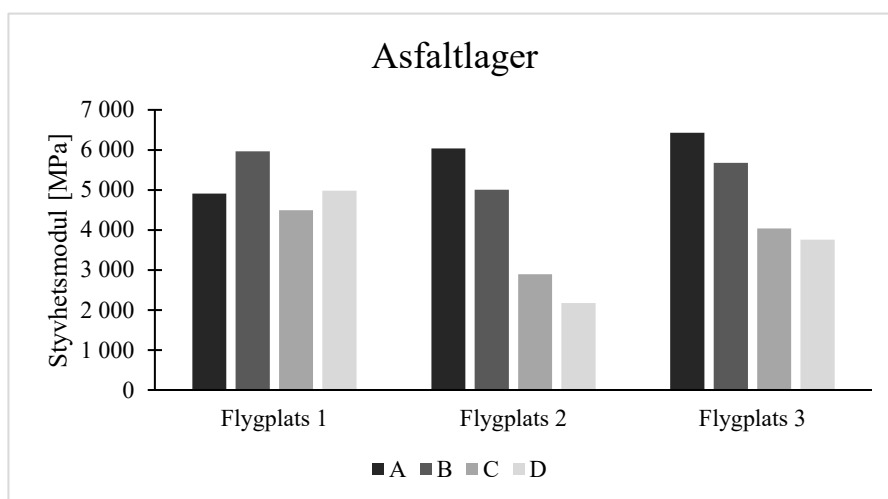
I detta avsnitt presenteras alla resultat från studien. Resultaten ligger till grund för den efterföljande diskussionen. Först redovisas de bakåträknade styvhetsmodulerna från programmen samt de justerade styvhetsmoduler som beräknats utifrån de bakåträknade. Därefter visas de beräknade dragtöjningarna, tillåtna hjulöverfarter och axellaster som PCN beräknats utifrån. Dessa utgör underlaget för PCN som beräknats och presenteras. Utöver detta visas de beräknade PCR för de tre flygplatserna samt känslighetsanalysen för trafikvolymerna.

4.1 Styvhetsmoduler

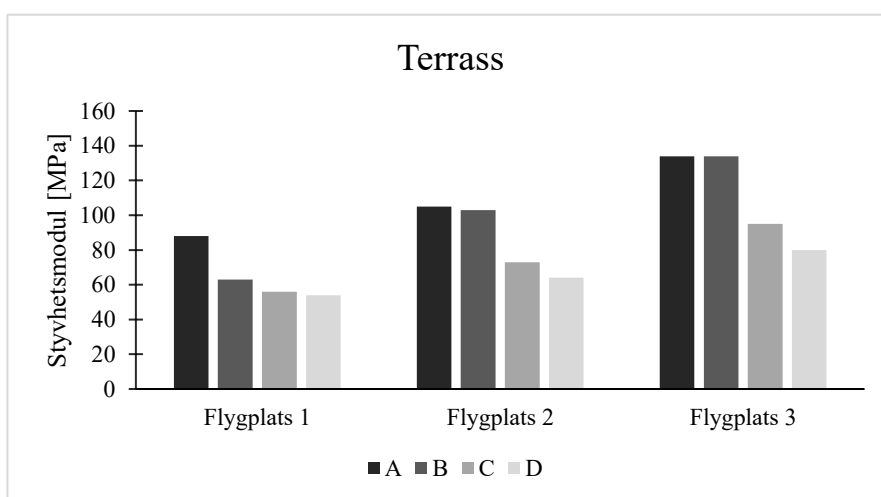
Styvhetsmodulerna för de obundna lagren och de bakåträknade styvhetsmodulerna för asfialtlagren och terrassen från BAKFAA presenteras i tabell 10 och figur 14 och 15. Värdena redovisas för de tre flygplatserna utifrån de fyra olika sätten att beräkna styvhetsmoduler på som beskrivits i avsnitt 3.3.

Tabell 10: Bakåträknade styvhetsmoduler.

	Asfialtlager	Obundna lager	Terrass
A1. [MPa]	4 911	300	88
B1. [MPa]	5 963	300	63
C1. [MPa]	4 490	300	56
D1. [MPa]	4 983	300	54
A2. [MPa]	6 040	300	105
B2. [MPa]	5 006	300	103
C2. [MPa]	2 894	300	73
D2. [MPa]	2 172	300	64
A3. [MPa]	6 427	300	134
B3. [MPa]	5 673	300	134
C3. [MPa]	4 036	300	95
D3. [MPa]	3 753	300	80



Figur 14: Styvhetsmoduler för asfaltlager.



Figur 15: Styvhetsmoduler för terrassen.

De bakåträknade styvhetsmodulerna behövde sedan justeras till olika temperaturer som redovisas i tabell 9 med ekvation 3.1, under avsnitt 3.3. Ett exempel på hur beräkningen går till redovisas för den bakåträknade styvhetsmodulen $A_1 = 4\,911$ MPa. För att justera A_1 till alla årsperioder behöver först kvoten mellan A_1 och E_{T1} beräknas så att kvoten kan multipliceras till E_T för alla årsperioder.

$$A_1 / E_{T1} = 4911 / 6625 = 0,74$$

E_T har sedan beräknats för de olika temperaturer i de tre årsperioderna i relevant klimatzon, i detta fall 3 °C, 23 °C och 9 °C, med ekvation 3.1. E_T blev 14 466 MPa, 3 497 MPa respektive 9 448 MPa. Kvoten har sedan multiplicerats med de nyss beräknade E_T och de justerade styvhetsmodulerna blev 10 725 MPa, 2 592 MPa respektive 7 005 MPa. De styvhetsmoduler som beräknats med ekvation 3.1 och de justerade styvhetsmodulerna för alla bakåträknade styvhetsmoduler visas i tabell 11 nedan.

Tabell 11: Styvhetsmoduler för asfaltbeläggningen utifrån bakåträknade styvhetsmoduler.

	Vårperiod	Sommarperiod	Höstperiod	FAARFIELD
Flygplats 1				
Beräknad styvhetsmodul [MPa]	14 466	3 497	9 448	1 846
Justerad styvhetsmodul				
A1. [MPa]	10 725	2 592	7 005	1 368
B1. [MPa]	13 021	3 147	8 504	1 661
C1. [MPa]	9 805	2 370	6 404	1 251
D1. [MPa]	10 881	2 630	7 107	1 388
Flygplats 2				
Beräknad styvhetsmodul [MPa]	13 475	4 645	10 890	1 846
Justerad styvhetsmodul				
A2. [MPa]	5 240	1 807	4 235	718
B2. [MPa]	4 343	1 497	3 510	595
C2. [MPa]	2 511	866	2 029	344
D2. [MPa]	1 884	650	1 523	258
Flygplats 3				
Beräknad styvhetsmodul [MPa]	14 466	3 497	9 448	1 846
Justerad styvhetsmodul				
A3. [MPa]	9 841	2 379	6 427	1 255
B3. [MPa]	8 686	2 100	5 673	1 108
C3. [MPa]	6 180	1 494	4 036	788
D3. [MPa]	5 746	1 389	3 753	733

4.2 PCN-värden

Dragtöjningen ε som beräknats för de olika årsperioder med korresponderande styvhetsmoduler från tabell 11 har tagits fram genom ERAPave. Denna dragtöjning har legat till grund för beräkningen med Kinghams formel, se ekvation 3.2. Resultaten från Kinghams formel har därefter vägts samman för beräkningen av de totala tillåtna antalet hjulöverfarter för de olika årsperioderna med ekvation 3.3. Det tillåtna antalet hjulöverfarter för vardera årsperiod samt dragtöjningen ε visas i tabell 12, 13 och 14 för respektive flygplats.

Tabell 12: Dragtöjningen och respektive antal hjulöverfarter för olika årstider för flygplats 1.

	Vårperiod	Sommarperiod	Höstperiod
A1.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	254	516	325
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 057	34 979	5 528
B1.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	256	511	325
Tillåtet antal hjulöverfarter	2 961	36 404	5 528
C1.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	255	513	325
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 009	35 825	5 528
D1.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	255	511	324
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 009	36 404	5 528

Tabell 13: Dragtöjningen och respektive antal hjulöverfarter för olika årstider för flygplats 2.

	Vårperiod	Sommarperiod	Höstperiod
A2.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	274	393	298
Tillåtet antal hjulöverfarter	2 927	36 691	4 624
B2.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	278	391	301
Tillåtet antal hjulöverfarter	2 758	37 467	3 510
C2.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	285	375	304
Tillåtet antal hjulöverfarter	2 491	44 468	4 261
D2.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	286	365	304
Tillåtet antal hjulöverfarter	2 455	49 679	4 261

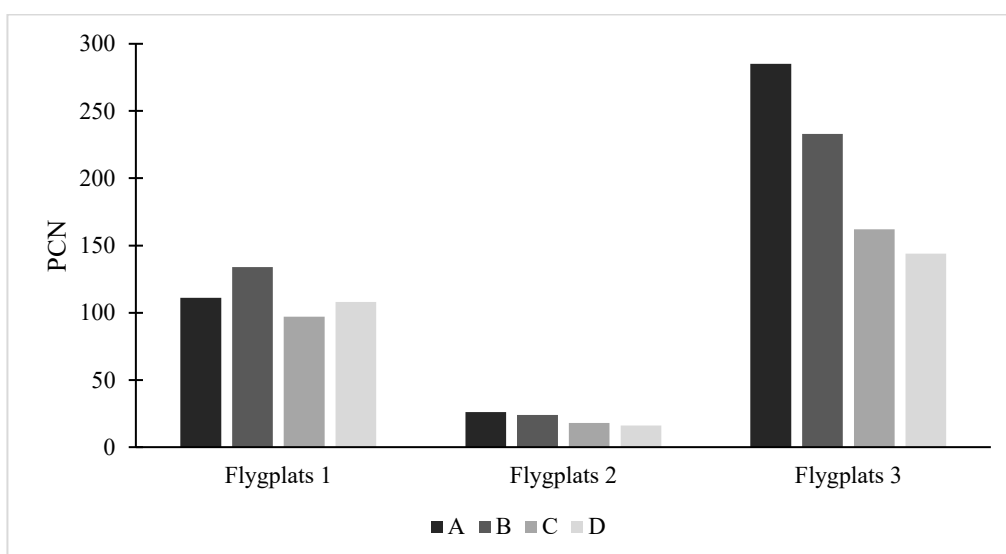
Tabell 14: Dragtöjningen och respektive antal hjulöverfarter för olika årstider för flygplats 3.

	Vårperiod	Sommarperiod	Höstperiod
A3.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	243	567	321
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 666	23 767	6 427
B3.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	244	566	322
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 605	23 940	5 743
C3.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	243	570	321
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 666	23 259	5 816
D3.			
Dragtöjning, ε (1E-06)	243	575	321
Tillåtet antal hjulöverfarter	3 666	22 440	5 816

Det tillåtna antalet hjulöverfarter har beräknats utifrån en axellast som skrivits in i ERAPave tillsammans med de resterande parametrar. Axellasten som korresponderande till 10 000 antal hjulöverfarter som lägst visas i tabell 15. Denna axellast dividerat med 5 gav PCN-värdet för banan som visas i tabell 15 och figur 16.

Tabell 15: PCN-värden med korresponderande axellast för alla tre flygplatser.

	A1.	B1.	C1.	D1.
PCN	111	134	97	108
Axellast [kN]	555	670	485	540
	A2.	B2.	C2.	D2.
PCN	26	24	18	16
Axellast [kN]	130	120	90	80
	A3.	B3.	C3.	D3.
PCN	285	233	162	144
Axellast [kN]	1 425	1 165	810	720



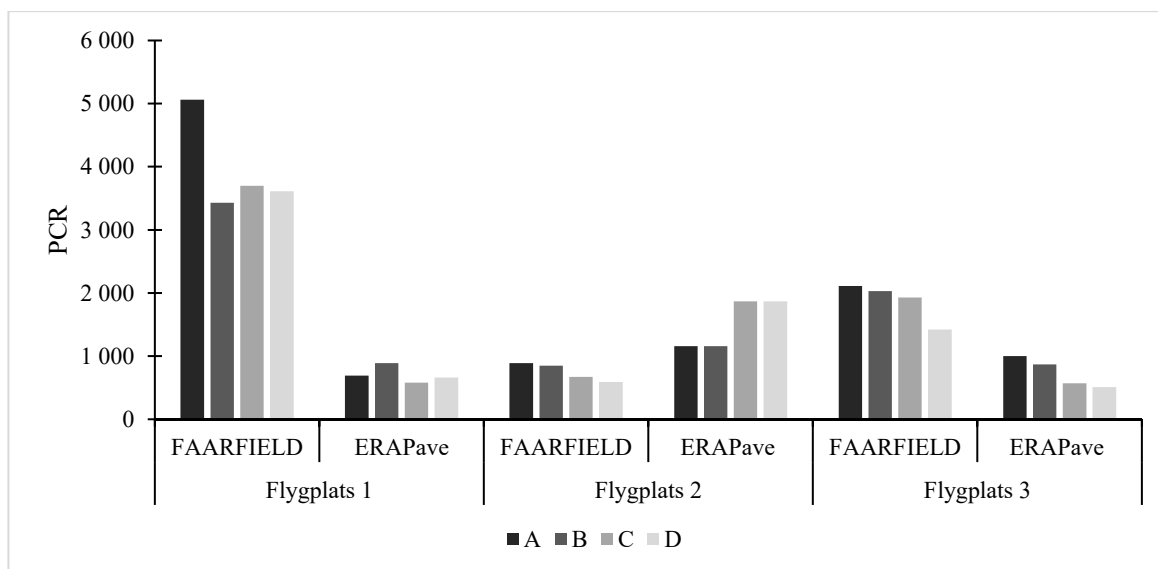
Figur 16: PCN-värden för alla tre flygplatser

4.3 PCR-värden

PCR beräknade i FAARFIELD och ERAPave-Flygfält visas i tabell 16 och figur 17. Dessa är beräknade för vardera flygplats med korresponderande flygtrafik i tabell 6, 7 och 8, som visats i avsnitt 3.2.1. Samtidigt användes de justerade styvhetsmodulerna från tabell 11. Resultat markerat med rött i tabell 16 och 17 innebär att ERAPave inte hittat ett perfekt PCR-värde efter flera iterationer och istället gett ett värde som är tillräckligt bra.

Tabell 16: PCR-värden med båda programmen för alla tre flygplatser.

PCR				
	A1.	B1.	C1.	D1.
FAARFIELD	5 060	3 430	3 700	3 610
ERAPave - Flygfält	690	890	580	660
	A2.	B2.	C2.	D2.
FAARFIELD	890	850	670	590
ERAPave - Flygfält	1 160	1 160	1 870	1 870
	A3.	B3.	C3.	D3.
FAARFIELD	2 110	2 030	1 930	1 420
ERAPave - Flygfält	1 000	870	570	510

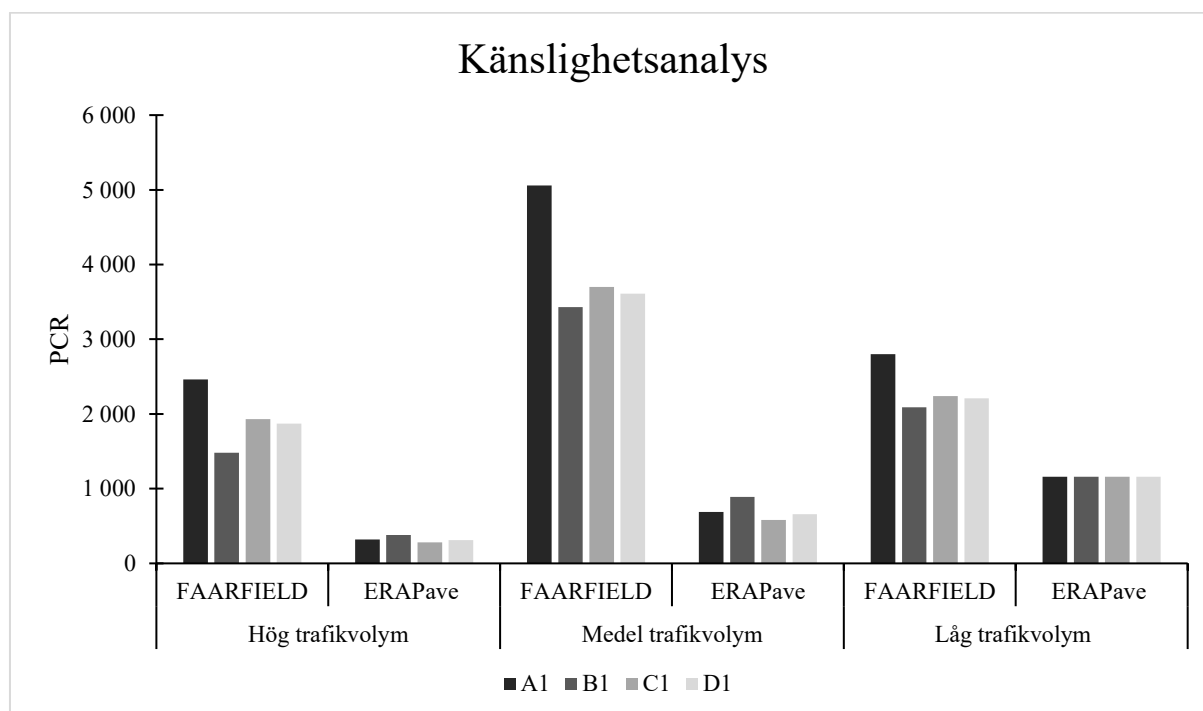


Figur 17: PCR-värden med båda programmen för alla tre flygplatser

För att undersöka hur den flygtrafik som används i programvarorna påverkar PCR-värdet genomfördes dessutom en känslighetsanalys för flygplats 1. Detta för att kunna avgöra hur trafiken påverkar PCR-värdet, se tabell 17 och figur 18.

Tabell 17: PCR-värden för flygplats 1 med hög respektive låg trafikvolym.

Flygplats 1				
	A1.	B1.	C1.	D1.
Hög trafikvolym				
FAARFIELD	2 460	1 480	1 930	1 870
ERAPave - Flygfält	320	380	280	310
Medel trafikvolym				
FAARFIELD	5 060	3 430	3 700	3 610
ERAPave - Flygfält	690	890	580	660
Låg trafikvolym				
FAARFIELD	2 800	2 090	2 240	2 210
ERAPave - Flygfält	1 160	1 160	1 160	1 160



Figur 18: PCR-värden för flygplats 1 med alla trafikvolym.

5 Diskussion och slutsats

Resultaten visar att PCN för flygplats 1 varierar mellan 97 och 134, för den andra flygplatsen ligger det mellan 16 och 26 och för den sista mellan 144 och 285 beroende på vilken metod som använts för att beräkna styvhetsmodulerna. Hur dessa varierar mellan de olika styvhetsmodulerna kan ses i tabell 15 och figur 16 under avsnitt 4.3.

PCR-värdena beräknades också utifrån fyra olika framräknade styvhetsmoduler med två olika program. För flygplats 1 gav FAARFIELD som beräknar PCR utifrån terrasskriteriet värden mellan 3 430 och 5 060 medan ERAPave som beräknade PCR-värdet utifrån beläggningkriteriet gav värden mellan 580 och 890. PCR-värdena för den andra flygplatsen varierar mellan 590 och 890 för FAARFIELD och det blev mellan 1 160 och 1 870 i ERAPave. Slutligen gav FAARFIELD värden som varierar mellan 1 420 och 2 110 för den tredje flygplatsen och ERAPave gav PCR-värden mellan 510 och 1 000. Dessa värden och hur de varierar kan ses i tabell 16 och figur 17 under avsnitt 4.4.

För en jämförelse mellan olika trafikvolymen på samma flygplats har PCR-värdet beräknats ut för flygplats 1 utifrån tre olika trafikvolymen. En hög trafikvolym som är tagen från flygplats 3, den verkliga medelhöga trafikvolymen från flygplats 1 och en låg trafikvolym från flygplats 2. Med FAARFIELD blev dessa PCR-värden 1 480 till 2 460 för den höga volymen medan den låga gav värden mellan 2 090 och 2 800. Med ERAPave blev dessa värden mellan 280 och 380 för den höga trafikvolymen och 1 160 för alla styvhetsmoduler för den låga trafikvolymen. Dessa värden kan ses i tabell 17 och figur 18 ovan.

5.1 Resultatdiskussion

5.1.1 PCN

Analyseras resultaten för flygplats 1 så har den studerade banan ett PCN på 97 - 134, vilket är högre än flygplanet med högst ACN på 89. PCN beräknas utifrån dragtöjningen i underkant av asfaltlagret och därmed är det främst det lagret som påverkar värdena. Banan på flygplats 1 har ett relativt tjockt sammansatt asfaltlager på 285 mm. Flygplats 2 har en bana med ett tunnare asfaltlager, 135 mm, och det beräknade PCN på 16 - 26 blev också lägre än för flygplats 1. Däremot översteg ett av flygplanens ACN på 37 det beräknade PCN för flygplatsen, men med få årliga avgångar. Den tredje och största flygplatsen har ett asfaltlager på 523 mm. PCN för dess bana blev 144 - 285 och överstiger flygplanet med högst ACN på 71. Dessa PCN är betydligt högre än för de andra flygplatserna. PCN varierar relativt rimligt i storleksordning mellan de olika flygplatserna och följer förväntningarna baserat på dess asfaltlager eftersom det främst är konstruktionen som avgör PCN-värdet till skillnad från PCR som även beror på flygtrafiken.

5.1.2 Känslighetsanalys för trafikvolym

Känslighetsanalysen som utförts för att undersöka hur olika trafikvolymerna påverkar PCR-värdet för samma flygplats använde den höga trafikmängden från flygplats 3 och den låga från flygplats 2 för att beräkna PCR-värdet på flygplats 1. På så sätt kan en analys göras på hur en större och mindre trafikvolym påverkar PCR i jämförelse med den verkliga trafiken på flygplatsen. Värderna i ERAPave låg för den verkliga volymen mellan 580 - 890 medan höga respektive låga volymerna resulterade i värden mellan 280 - 380 respektive 1160. Detta verkar rimligt med tanke på att en större flygplansflotta med flera tyngre flyg ger upphov till större nedbrytning av asfaltlagret och därmed lägre PCR medan färre flygplan resulterar i mildare nedbrytning och därmed ett större PCR-värde.

Resultatet från FAARFIELD visar att både en högre och lägre trafikmängd resulterar i ett lägre PCR-värde än vad den verkliga volymen ger upphov till. Som nämnts tidigare i avsnitt 5 erhöles PCR-värden mellan 3 430 - 5 060 för flygplats 1 medan den högre volymen gav PCR mellan 1 480 - 2 460 och den lägre mellan 2 090 - 2 800. Detta kan troligtvis förklaras i att det enbart är det tyngsta planet som verkar som det dimensionerande om $CDF < 1$. Flygplats 1 har väldigt få avgångar med det tyngsta planet i jämförelse med hur många avgångar som sker för det tyngsta planet i de två andra trafikvolymerna. Det innebär därav att banan med den verkliga trafikvolymen bryts ner väldigt långsamt vilket förklarar det höga PCR-värdet. De båda andra trafikvolymerna har en högre mängd avgångar med det tyngsta planet vilket drar ner på värdet, även om den totala flottan är mindre för den låga volymen än den verkliga.

5.1.3 PCR med ERAPave-Flygfält

Den mer svenskanpassade programvaran ERAPave, som tar hänsyn till både starter och landningar, beräknar PCR utifrån beläggningskriteriet. Det beräknar den horisontella dragtöjningen endast i asfaltbeläggningens underkant istället för även den vertikala töjningen på undergrunden, vilket stämmer överens med svenska dimensioneringsmetoder. PCR för flygplats 1 blev mellan 580 - 890 beroende på vilka styvhetsmoduler som använts vilket ligger lite lågt med tanke på ACR för vissa av de tyngre flygplanen som landar där. För ACN-PCN-systemet var det högsta ACN 89 för både B747-8 och B777-300ER, vilket understiger det lägsta beräknade PCN-värdet 97 för flygplatsen. Med ACR-PCR-systemet var det högsta ACR för B777-300ER på 790 och överstiger de flesta av de beräknade PCR för flygplatsen. Däremot tillåts flygplan med ACR som med liten marginal överstiger PCR landa på flygplatsen vid några tillfällen, vilket är fallet för flygplats 1. Samtidigt har analysperioden valts till 10 år och hade teoretiskt kunnat ge ett lägre PCR om den förlängdes, vilket ytterligare hade överstigit PCR med större marginal än nu. Med tanke på detta kan det även tilläggas att det kommer att finnas en punkt vid justeringen av analysperioden där ACR överstiger PCR, och kan på så sätt i teorin ge en indikation på en banas livslängd och ger möjlighet till flygplatsoperatörer att bättre planera drift- och underhållsåtgärder. Däremot är ERAPave inte ett direkt dimensioneringsverktyg och där finns flera faktorer i programvaran och de bakomliggande beräkningarna som kan variera från verkligheten, såsom temperaturer, styvhetsmoduler och flygtrafik, och på så sätt misstyda en banas livslängd.

Följaktligen kan resultaten fortfarande indikera på att ACR-PCR-systemet tyder på att banan tar större skada än vad ACN-PCN-systemet tidigare visat. I slutändan är det däremot okulära PCI-besiktningar som avgör när åtgärder behöver göras och inte den beräknade livslängden för banan vilket gör det svårt för ACR-PCR-systemet att i nuläget ha ett direkt inflytande på drift- och underhållsåtgärder.

ERAPave gav för flygplats 2 PCR mellan 1160 - 1870 medan PCN hamnade på 16 - 26. PCR-värdena blir väldigt höga vilket kan bero på att trafikvolymen är väldigt låg och att analysperioden inte är särskilt lång. PCN ger ett värde baserat på bankonstruktionen och tar inte hänsyn till trafikvolymen i sin beräkning såsom PCR gör och kan förklara den markanta skillnaden mellan de två. Eftersom den årliga trafikvolymen på flygplatsen är väldigt låg, samt att de flesta flygen som används har relativt låg maximal take off-vikt, MTOW, kommer banan inte att utsättas för någon större nedbrytning. Därmed fås de höga PCR-värdena som visar att konstruktionen är något överdimensionerad i förhållande till trafikvolymen och analysperioden.

Slutligen erhöles PCR på 510 - 1 000 för flygplats 3. Dessa är dock relativt låga värden i jämförelse med PCN på 144 - 285, men med stor spridning mellan de olika sätten de beräknades på. Med tanke på flygplatsens trafikvolym kan de låga PCR-värdena förklaras till en viss grad, då det är över 100 000 årliga avgångar med flera tunga flygplan. Känslighetsanalysen som gjordes för flygplats 1 visar på att trafikvolymen ändrade på PCR med över faktor 2 från en medel- till en hög trafikvolym. Med tanke på detta kan PCN ha varit missvisande då flygtrafiken inte alls tas hänsyn till vid den beräkningen. Samtidigt överstiger ACR på 680 de lägre PCR-värdena på 510 och 570, och kan antingen visa på att de två säkrare sätten som PCR beräknades på är för underskattade eller att banan tar större skada än vad som är tillåtet.

5.1.4 PCR med FAARFIELD

Det beräknade PCR bör approximativt vara större än PCN med en faktor 10, förutsatt att PCN är korrekt. Vid användning av den amerikanska programvaran FAARFIELD erhöles ett PCR för flygplats 1 på 3 430 - 5 060, vilket är betydligt högre än en 10 faktor av PCN på 97 - 134. Anledningen till detta kan delvis bero på att FAARFIELD baserar PCR-beräkningarna på nedbrytningsmodeller från ICAO:s flygplatsmanual. Programmet lägger därmed vikt på terrasskriteriet och beräknar deformationen på terrassen. Med en så tjock överbyggnad som används i Sverige kommer töjningen på terrassen att vara låg och därmed ge höga värden för PCR i FAARFIELD. Främsta anledningen till varför PCR blev så högt är att CDF understeg 1, och FAARFIELD tar endast hänsyn till flygplanet med högst ACR vid dessa fall. Flygplanet med högst ACR på 790 var en B777-300ER men hade endast 16 årliga avgångar. Med så få avgångar kommer en minimal nedbrytning ske och därmed de höga PCR.

Analyseras flygplats 2 erhöles PCR från FAARFIELD på 590 - 890, vilket också visar på betydligt högre värden än förväntat utifrån PCN-värdet på 16 - 26. De höga PCR-värdena kan utöver FAARFIELDs beräkningssätt även bero på den låga trafikvolymen och belastningen. Flygplats 3, som är störst till både storlek och trafikvolym, har utifrån FAARFIELD PCR på 1420 - 2110. Till skillnad från flygplats 1 och 2 är dessa värden ungefär 10 gånger högre än PCN på 144 - 285.

I beräkningarna förutsätter programmet flera aspekter såsom materialegenskaper och klimatförhållanden som är typiska för USA baserat på bland annat deras fullskaledata. Bankonstruktionerna i Sverige kan på grund av detta i kombination med tjocka överbyggnader och styva obundna lager, på grund av geologin i Sverige, tåla stor belastning innan terrassen börjar deformeras. Att överbyggnaden i Sverige generellt sett är väldigt tjock beror på att tjäle behöver motverkas. Terrasskriteriet ger därmed lågt CDF vilket förklarar de höga PCR. Beräkning utifrån terrasskriteriet är på grund av detta inte optimalt för svenska konstruktioner. Utöver det tar FAARFIELD enbart hänsyn till starter som görs från flygplatsen och inte de landningar som sker, vilket kan ge en missvisande bild av den verkliga effekten och därmed ännu en anledning till de högre värdena jämfört med ERAPave-Flygfält.

5.2 Metoddiskussion

Fallviktsmätningar utförs med flera sensorer runt nedslaget. Nedslaget ger upphov till tryckvågor som idealiskt sprids i förhållandet 1:1 mellan det horisontella planet och det vertikala planet. Innebörden av detta är att sensorerna längre bort egentligen mäter ytdeflektionerna som uppstår på grund av nedböjningen längre ner i konstruktionen. Därav får man en mindre ytdeflektion på sensorerna längre bort i jämförelse med dem som befinner sig nära nedslaget, vilket kan leda till missvisande värden.

Vid bakåträkningar av datan med BAKFAA lades först en detaljerad konstruktion in, med alla lager för sig. Programmet gör en passningsräkning där styvhetsmodulerna varieras tills felet mellan uppmätta och beräknade deflektioner minimerats. BAKFAA utgår dock från att materialet är homogent både vertikalt och horisontellt, vilket det egentligen inte är eftersom olika stenstorlekar och/eller stentyper kan förekomma i olika delar av lagret vilket leder till olika styvhetsmoduler i själva lagret. Utöver det kan variationer i lagrens tjocklek förekomma vilket också leder till inkonsekventa värden längs med sträckan. Vissa mätpunkter får därför väldigt höga eller låga värden som påverkar den beräknade styvhetsmodulen. För att minska detta problem slogs de bundna lagren och de obundna lagren ihop för då får de avvikande mätpunkterna relativt lägre påverkan och mer rimliga värden erhålls.

Flera antaganden är gjorda under studiens gång. För det första är flygplatserna stora och har troligtvis varierande bankonstruktioner. Banor med liknande uppbyggnad försökte användas för att vara så konsekventa som möjligt. Däremot har fallviktsmätningarna i vissa fall utförts på enbart vissa sektioner av en bana. Antaganden att hela banan är homogen har därmed gjorts och bör då ha samma PCN- och PCR-värde över hela. I praktiken kan detta vara missvisande då lagrena kan variera längs med banan, både i tjocklek och i lageruppbyggnad. Detta kan exempelvis bero på att underhållsåtgärder för olika delar av banan utförs vid olika tillfällen och att exakta mått för lagren kan vara svår att uppnå. Dessa antaganden kan påverka resultaten något eftersom olika lageruppbyggnader ger olika styvhetsmoduler och därmed olika PCN- och PCR-värden.

En förenkling som gjorts för att få rimligare värden är att asfaltlagren har summerats ihop till ett gemensamt lager och samma procedur har utförts för de obundna lagren. I och med denna förenkling har en gemensam styvhetsmodul valts för alla asfaltilager och en för alla obundna lager. Det kan dock ge missvisande resultat eftersom de olika lagren som har sammansatts egentligen varierar något i teorin vad gäller styvhetsmoduler. Alltså kan även det innebära lite felvisande PCN- och PCR-värden jämfört med verkligheten i praktiken.

Vid beräkning av PCN användes en materialberoende konstant, d. Den brukar vanligtvis vara 4,1 för en normal svensk asfaltbeläggning (Carlsson, 2004). Däremot ska en beläggning i sämre skick ha en konstant på 4,0 medan en högkvalitativ ny asfalt kan ha en konstant på 4,2–4,3. Eftersom det inte finns information om hur skicket på beläggningen är för någon av flygplatserna har konstanten valts till 4,1. Eftersom materialkonstanten är en exponent i Kinghams formel kommer små variationer att göra markanta skillnader i PCN-värdet och PCR-värdet som beräknas utifrån beläggningskriteriet. Därmed kan denna felkälla vara relativt avgörande. För att undvika felet bör okulära undersökningar utföras på banorna och mer relevant information samlas in för att kunna avgöra skicket på beläggningen och därmed välja ett passande värde.

Antaganden har dessutom gjorts för vilken årstid fallviktsmätningarna utförts under. Dessa antaganden har baserats på lufttemperaturen samt temperaturen i beläggningen och flygplatsernas geografiska positionering. Utifrån de befintliga temperaturerna och typiska temperaturer för olika årsperioder för de relevanta klimatzonerna har därefter styvhetsmoduler valts. Eftersom temperaturen kan variera mycket under en årsperiod kan dessa antaganden ha varit fel och därmed även den valda styvhetsmodulen som i sin tur kan ha påverkat de beräknade PCN- och PCR-värdena. Däremot har försök gjorts som visat att skillnader på de primära styvhetsmodulen hade obetydlig påverkan på de bakåträknade styvhetsmodulerna och därmed även PCN- och PCR-värdena.

Flygtrafiken har till viss grad antagits för alla tre flygplatserna. Alla flygplan som är verksamma på flygplatserna och har skrivits ner i tabell 6 till 8 har inte funnits med på ERAPave. För att motverka detta har de saknade flygplanen ersatts med likvärdiga flygplan sett till storlek och antalet avgångar har behållits. Däremot kan exakta hjulkonfigurationer, hjullaster osv. inte replikeras för de ersatta flygplanen vilket kan leda till mindre pålitliga resultat. Utöver detta kan PCR inte bara spegla banans bärighet, till skillnad från PCN, utan även vad för flygtrafik som används i flygplatsen. Därför har känslighetsanalysen i tabell 17 gjorts för att visa hur skillnader i trafikflottan kan påverka PCR-värdet. En annorlunda trafikflotta kunde ha lett till ett annat PCR för flygplatsen och en annorlunda slutsats hade kunnat dras.

En sista felkälla är att ERAPave efter ett antal iterationer inte lyckats hitta en perfekt lösning utan avslutat på en som är tillräckligt bra. På grund av det har flera värden blivit 1160 i PCR trots att det beräknats utifrån olika styvhetsmoduler. Detta kan därmed ge lite missvisande värden eftersom det egentliga PCR-värdet troligen skiljer sig från det som programmet gav. Däremot borde värdet som programmet gav inte skilja sig drastiskt från det perfekta värdet och därmed inte vara en avgörande felkälla.

Metoden som använts för undersökningen är tillräckligt bra trots att det finns en del felkällor. Syftet med undersökningen ligger i grunden i att jämföra PCN- och PCR-värden med varandra och mellan olika flygplatser. Därmed är exakta värden inte av störst vikt eftersom liknande antaganden är gjorda för alla flygplatser. Dock hade insamling av mer väsentlig information inneburit mer exakta och realistiska värden för undersökningen och därmed ännu högre relevans.

6 Slutsatser

Studien har undersökt skillnaderna mellan de båda klassificeringssystemen ACN-PCN och ACR-PCR samt utrett vilket av PCR-beräkningsprogrammen ERAPave-Flygfält och FAARFIELD som är bäst lämpade i svenska förhållanden. För det nya ACR-PCR-systemet har arbetet även analyserat hur känsligt värdet är för olika trafikvolym. Genom jämförelse mellan de två systemen utifrån uppmätta mätdata har arbetet även ge en ökad förståelse för det nya systemets praktiska betydelse och dess eventuella fördelar eller nackdelar.

Följande slutsatser kan dras:

- ACR-PCR-systemet tar hänsyn till flygtrafik och är en av de större skillnaderna jämfört med ACN-PCN-systemet. Samtidigt visar känslighetsanalysen att PCR varierar med trafikvolymen i hög grad.
- De beräknade PCN-värden varierar i enlighet med storleken på flygplatserna och följer förväntningar, medan PCR på grund av flygtrafik kan skilja sig från denna förväntning. Större belastning från trafikvolym leder till större nedbrytning och sänker PCR till skillnad från PCN som är oberoende av flygtrafik.
- PCN och PCR har beräknats på fyra olika sätt, där det i vissa fall anges på en säkrare sida och i de fallen har ACR för flygplats 1 och flygplats 3 överstigit PCR. Vid beräkningar med PCN för dessa två flygplatser understeg ACN alltid PCN och kan indikera på att ACR-PCR-systemet bättre reflekterar verkligheten med tanke på flygtrafiken som är verksam på flygplatsen.
- ERAPave-Flygfält kan utföra beräkningar utifrån beläggningskriteriet som är lämpligt i Sverige med tanke på tjocka överbyggnader i konstruktionerna. FAARFIELD och andra programvaror lägger större vikt på terrasskriteriet som leder till höga PCR i svenska konstruktioner och därmed en orimlig bild av verkligheten.
- Till skillnad från FAARFIELD tar ERAPave-Flygfält bättre hänsyn till klimatet året runt genom att möjliggöra beräkning av PCR utifrån flera olika årsperioder. Längden och temperaturen för varje årsperiod kan väljas vilket behövs eftersom temperaturen påverkar styvhetsmoduler i asfalten som därför varierar under årets gång.

6.1 Framtida studier

För fortsatt arbete med bärighetsklassificering på flygplatser i Sverige rekommenderas att programvaran ERAPave-Flygfält och analysperiodens tillförlitlighet provas. Genom att jämföra programvarans resultat med verkligheten kan banors livslängd kan förutspås och därmed bättre optimeras.

7 Referenslista

Ahmed, A. & Carlsson, H. (2026). *Evaluation of Asphalt Damage Criteria for Airport Pavement Strength Rating System in Cold Climate*.

Ej publicerad. [2026-05-07]

Aristorenas, G. & Gomez, J. (2014). *Subgrade Modulus – Revisited*.

<https://www.structuremag.org/article/subgrade-modulus-revisited/> [2026-02-04]

APSDS (u.å). *APSDS – Airport Pavement Design System*.

<https://pavement-science.com.au/softover/apsds/> [2026-03-01]

Botha, N. (2023). *ACR-PCR: What Does it Mean for Airports?*.

[ACR-PCR: What Does it Mean for Airports? | ACI World Insights](#) [2025-11-28]

Carlsson, H. (2004). *Beskrivning av VTI-metod för bärighetsklassificering av svenska flygfältsbanor*.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670208/FULLTEXT01.pdf> [2026-04-26]

Caron, C., Theillout, J. & Brill, D. (2010). *COMPARISON OF US AND FRENCH RATIONAL PROCEDURES FOR THE DESIGN OF FLEXIBLE AIRFIELD PAVEMENTS*.

[2026-04-28]

CASA (2025). *Pavement strength rating system: ACR/PCR*.

[Pavement strength rating system: ACR/PCR | Civil Aviation Safety Authority](#) [2025-12-05]

Chai, G., Wardle, L. & Haydon, M. (2016). *Airfield Pavement Design for a Major Airport Using FAARFIELD and APSDS*.

https://www.researchgate.net/publication/307573427_Airfield_Pavement_Design_for_a_Major_Airport_Using_Faarfield_and_Apsds [2026-01-25]

Cook, J. D. (2003). *Overview: The Differences between Airfield Pavements and Roads*.

https://proceedings-durban2003.piarc.org/en/pdf/doc_pdf/communications/AFSdif-Cooke.pdf [2026-01-25]

EASA (u.å. a). *The Agency*.

<https://www.easa.europa.eu/en/the-agency/the-agency> [2026-04-14]

EASA (u.å. b). *Guidance for the implementation of the new Aircraft Classification Rating (ACR) - Pavement Classification Rating (PCR) method in the EASA Member States.*
<https://www.easa.europa.eu/en/home> [2025-12-15]

FAA (2021). *Airport Pavement Design and Evaluation.*
https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5320-6G-Pavement-Design.pdf [2026-01-25]

FAA (u.å.). *Pavement Condition Index (PCI).*
<https://faapaveair.faa.gov/Help/index.html?AspxAutoDetectCookieSupport=1#!Documents/pavementconditionindexpci.htm> [2026-01-22]

FAA (2022). *Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCR.*
https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5335-5D-Pavement-Strength-202501.pdf [2026-01-19]

Fabre, C. (2022). *THE ACR-PCR METHOD.*
https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/sites/default/files/pcr4_methode_c.fabre_4-10-22.pdf [2025-12-15]

ICAO (u.å.). *About ICAO.*
[About ICAO](#) [2025-12-03]

ICAO (2022). *PAVEMENT ASSET - OPTIMISATION OF THE OVERALL LIFECYCLE OF PAVEMENT FOR MASTERING AIRCRAFT OPERATIONS, COST EFFICIENCY AND GHG FOOTPRINT.*
https://www.icao.int/sites/default/files/Meetings/a41/Documents/WP/wp_269_en.pdf [2025-12-15]

IVAO (2023). *ACN - PCN.*
[ACN - PCN | IVAO Documentation Library](#) [2025-12-05]

Jamieson, S. & White G., (2024). *REVIEW OF THE PERFORMANCE AND COST OF ASPHALT MIXTURE OPTIONS FOR RUNWAY SURFACING.*
https://www.researchgate.net/publication/381141916_Comparison_of_bituminous_surface_options_for_regional_airport_runway_pavements [2026-01-25]

Kasia, Z. (u.å.). *California Bearing Ratio (CBR) Tests: The Procedure & CBR Values.*
[California Bearing Ratio \(CBR\) Tests: Procedure & CBR Values](#) [2025-12-03]

Kesler, C. (u.å.). *The ACN-PCN Method to Determine Airport Pavement Strength.*
[The ACN-PCN Method to Determine Airport Pavement Strength | Morrison-Maierle](#) [2025-12-05]

Malmö stad (2025). *Asfalt*.

<https://malmo.se/Teknisk-handbok/Om-Teknisk-handbok/Kontakt-och-revideringar/Teknisk-handbok-version-juni-2025/Gatubyggnad/Belaggnings/Asfalt.html> [2026-03-09]

MTC (2024). *Pavement Conditions Index (PCI)*.

<https://mtc.ca.gov/operations/programs-projects/streets-roads-arterials/pavement-condition-index> [2026-01-24]

Pavement Interactive (u.å.). *California Bearing Ratio*.

[California Bearing Ratio – Pavement Interactive](#) [2025-12-03]

Pavers (u.å.). *ACR-PCR*.

<https://pavers.nl/acr-pcr> [2026-05-03]

QES (2024). *Transitioning from ACN-PCN to ACR-PCR: An In-Depth Guide*.

[Transitioning from ACN-PCN to ACR-PCR: An In-Depth Guide - QES Pavements](#) [2025-11-28]

Rudeklint, H., Bruvik, D., Persson, J., & Carlsson, H. (2024). *PCR-BERÄKNING*.

Ej publicerad. [2026-03-04]

SKYbrary (u.å. a). *Pavement Classification Number (PCN)*.

[Pavement Classification Number \(PCN\) | SKYbrary Aviation Safety](#) [2025-11-28]

SKYbrary (u.å. b). *International Civil Aviation Organization (ICAO)*.

[International Civil Aviation Organization \(ICAO\) | SKYbrary Aviation Safety](#) [2025-12-04]

SKYbrary (u.å. c). *Aeronautical Information Publications (AIPs)*.

[Aeronautical Information Publications \(AIPs\) | SKYbrary Aviation Safety](#) [2025-12-04]

SKYbrary (u.å. d). *European Union Aviation Safety Agency (EASA)*.

<https://skybrary.aero/articles/european-union-aviation-safety-agency-easa> [2026-04-14]

SKYbrary (u.å. e). *Aircraft Classification Number (ACN)*.

[Aircraft Classification Number \(ACN\) | SKYbrary Aviation Safety](#) [2025-12-05]

Trafikverket (2005). *C Dimensionering*.

https://bransch.trafikverket.se/contentassets/c19c23215b0f477a8e179c8aa4082c98/kapitel_c_dimensionering.pdf [2026-01-25]

Trafikverket (2023). *Överbyggnad väg, Dimensionering och utformning*. [2026-04-28]

Transportstyrelsen (2025). *Luftfartspublikation AIP*.

[Luftfartspublikation AIP - Transportstyrelsen](#) [2025-12-04]

US Army Corps of Engineers (2024). *Pavement Transportation Computer Assisted Structural Engineering*.

<https://transportation.erdc.dren.mil/triservice/downloads/PCASE/PCASE%207.0.7%20User%20Guide.pdf> [2026-03-01]

VTI (2025 a). *PCR för flygfältsbanor*.

[PCR för flygfältsbanor - vti.se](#) [2025-12-10]

VTI (2025 b). *Fallviktsmätning*.

<https://www.vti.se/tjanster/vagmatningar/fallviktsmatning> [2026-05-27]

Wiman, L. G. & Tholén, O. (2018). *Vägens uppbyggnad*.

<https://asfaltboken.se/vagens-uppbyggnad/> [2026-01-25]

Bilaga 1 – Fallviktsmätning flygplats 1

JDistance J J	Imp m	Load Num	D0 kN	D1 µm	D2 µm	D3 µm	D4 µm	D5 µm	D6 µm	D7 µm	D8 µm	Air µm	Pave °C	°C
D	0	2	192.3	963	581	595	474	386	258	172	113	78	13.6	13
D	0	3	195.7	906	567	583	465	380	255	172	114	78	13.6	13
D	0	4	192.3	908	563	579	462	378	255	172	114	79	13.6	13
D	40	2	197.9	648	532	543	470	401	287	202	140	101	13.9	13.1
D	40	3	199.9	637	524	534	463	398	285	201	141	102	13.9	13.1
D	40	4	195.7	631	519	530	459	393	285	201	141	102	13.9	13.1
D	80	2	198.5	727	598	613	519	430	291	196	133	97	14.4	13.2
D	80	3	196.3	715	589	605	513	427	291	197	135	98	14.4	13.2
D	80	4	197.4	711	586	602	512	427	292	199	137	98	14.4	13.2
D	120	2	199.7	705	597	604	519	441	314	215	145	100	14.3	13.3
D	120	3	199.6	703	587	595	512	436	317	216	147	102	14.3	13.3
D	120	4	198.6	698	584	590	508	433	311	216	147	103	14.3	13.3
D	160	2	198.7	704	583	586	500	425	304	212	148	105	14.6	13.4
D	160	3	197.8	693	575	580	495	422	304	218	150	107	14.6	13.4
D	160	4	198.9	688	572	576	492	421	309	216	150	108	14.6	13.4
D	200	2	203.7	671	567	564	487	417	304	215	149	105	14.6	13.5
D	200	3	201.6	657	556	553	478	411	300	214	149	107	14.6	13.5
D	200	4	200.4	653	553	551	476	410	301	215	151	108	14.6	13.5
D	240	2	199	678	562	560	481	411	298	214	144	102	14.7	13.5
D	240	3	194.3	664	553	552	473	409	294	201	134	87	14.9	13.7
D	240	4	201.2	661	549	548	472	404	294	208	145	104	14.7	13.5
D	280	2	199.5	683	585	578	505	436	319	225	155	112	14.8	13.5
D	280	3	202.1	673	577	570	499	432	317	225	156	113	14.8	13.5
D	280	4	201.3	670	574	568	498	432	318	226	161	114	14.8	13.5
D	320	2	201.8	774	601	598	490	408	284	191	128	89	14.8	12.8
D	320	3	201.6	759	590	588	483	403	282	191	129	91	14.8	12.8
D	320	4	204.1	754	587	586	482	402	282	192	130	92	14.8	12.8
D	360	2	201.1	693	579	575	494	418	296	201	134	87	14.9	13.7
D	360	3	202.6	682	571	568	488	414	294	201	133	89	14.9	13.7
D	400	2	201.6	675	565	564	485	412	294	201	134	90	14.9	13.7
D	400	2	202.2	646	551	549	473	409	295	203	141	102	14.8	13.6
D	400	3	202.9	639	546	544	470	408	296	205	143	104	14.8	13.6
D	400	4	203.6	636	544	542	469	407	296	211	144	105	14.8	13.6
D	440	2	204.5	519	436	437	381	330	247	177	126	91	14.9	13.6
D	440	3	205	514	433	439	378	329	246	178	127	92	14.9	13.6
D	440	4	205.5	510	429	430	376	327	245	177	127	93	14.9	13.6
D	480	2	204.7	558	470	475	413	356	259	182	128	91	15	13.7
D	480	3	204.5	551	465	469	410	353	258	183	129	93	15	13.7
D	480	4	205.2	549	464	468	409	354	259	184	130	94	15	13.7
D	520	2	204	663	572	574	505	444	344	251	184	135	15	13.7
D	520	3	204.3	654	565	567	485	439	338	251	185	136	15	13.7
D	520	4	204.5	651	563	565	498	438	338	251	185	137	15	13.7
D	560	2	203.8	690	591	592	520	453	340	249	179	127	15	13.6
D	560	3	203.8	680	584	584	513	448	338	249	179	128	15	13.6
D	560	4	203.9	674	579	580	509	446	337	248	179	128	15	13.6
D	600	2	203.7	669	561	558	484	418	312	226	163	118	15	13.6
D	600	3	204.1	659	552	552	479	414	311	226	164	119	15	13.6
D	600	4	205.3	655	549	549	477	412	310	226	168	119	15	13.6
D	640	2	204.7	593	492	494	427	366	264	184	125	89	14.9	13.7
D	640	3	206.3	588	488	491	425	365	265	186	128	90	14.9	13.7
D	640	4	205.8	580	482	485	439	361	263	184	127	91	14.9	13.7
D	20	2	203.3	714	538	538	470	415	316	233	170	124	14.5	13.8
D	20	3	205.1	705	533	532	468	411	315	233	171	125	14.5	13.8
D	20	4	204.6	696	527	527	462	408	312	232	170	125	14.5	13.8
D	60	2	204.6	739	572	579	478	393	263	163	102	69	14.5	13.9
D	60	3	205.8	723	561	569	472	388	257	164	104	71	14.5	13.9
D	60	4	206.2	719	560	568	472	390	260	167	106	72	14.5	13.9
D	100	2	205.6	688	565	562	480	407	282	190	126	87	15.3	13.7
D	100	3	206.7	679	559	556	476	405	282	191	127	88	15.3	13.7
D	100	4	207	674	555	552	472	403	282	190	127	89	15.3	13.7
D	140	2	205.7	700	602	601	515	440	313	223	158	117	15.6	13.8
D	140	3	205.5	708	593	592	510	433	315	224	160	119	15.6	13.8
D	140	4	206.5	704	589	589	507	432	314	225	161	120	15.6	13.8
D	180	2	206.8	705	594	594	510	440	320	225	154	107	15.6	13.9
D	180	3	207.7	697	588	588	507	438	321	227	157	110	15.6	13.9
D	180	4	208	691	583	584	505	435	319	227	157	110	15.6	13.9
D	220	2	207.2	696	582	579	493	418	292	200	134	94	15.6	13.8
D	220	3	208.3	686	575	572	487	414	292	201	137	97	15.6	13.8
D	220	4	208.7	679	570	567	484	412	291	201	137	101	15.6	13.8
D	260	2	207.2	688	573	572	489	415	296	207	143	103	15.5	13.8
D	260	3	207.7	676	569	570	482	411	295	211	145	105	15.5	13.8
D	260	4	207.6	668	558	558	478	407	294	209	145	105	15.5	13.8
D	300	2	207.4	658	548	543	462	390	272	183	127	85	15.7	13.8
D	300	3	208.8	648	542	538	458	388	273	185	125	87	15.7	13.8
D	300	4	208.3	641	536	531	453	384	270	184	124	87	15.7	13.8
D	340	2	207.5	696	581	584	500	424	297	200	132	92	15.6	13.7
D	340	3	208.5	686	573	577	495	421	297	201	134	94	15.6	13.7
D	340	4	209.1	682	570	574	493	420	297	202	135	95	15.6	13.7
D	380	2	209.4	637	528	530	448	377	264	179	123	87	15.7	13.7
D	380	3	209.4	628	522	525	444	376	264	181	125	89	15.7	13.7
D	380	4	210.7	622	517	521	442	374	263	181	126	90	15.7	13.7
D	420	2	208.1	654	553	548	465	391	272	182	122	86	15.6	13.6
D	420	3	209.2	644	545	540	458	386	268	182	123	88	15.5	13.6
D	420	4	209.6	643	541	536	456	385	268	183	124	92	15.5	13.6
D	460	2	210.6	585	489	488	417	354	254	176	121	88	15.6	13.8
D	460	3	211	577	483	483	414	352	254	177	124	90	15.6	13.8
D	460	4	211.5	570	477	477	409	349	252	176	123	89	15.6	13.8
D	500	2	209.2	683	584	583	505	435	321	229	160	115	15.7	13.8
D	500	3	210.4	673	576	575	499	432	320	230	168	117	15.7	13.8
D	500	4	210.9	666	570	569	494	428	317	229	162	117	15.7	13.8
D	540	2	209.3	683	578	589	506	436	318	227	160	115	16.4	13.8
D	540	3	208.4	668	568	575	499	431	315	226	159	112	16.4	13.8
D	540	4	209.9	663	565	571	497	429	315	226	160	112	16.4	13.8
D	580	2	209.7	620	515	515	444	383	272	192	136	95	16.7	13.8
D	580	3	210.9	610	508	509	438	377	273	192	134	98	16.7	13.8
D	580	4	210.1	605	503	505	435	375	272	192	135	98	16.7	13.8
D	620	2	210	637	535	528	453	391	288	206	144	98	16.6	13.8
D	620	3	210	626	525	519	446	386	284	205	143	99	16.6	13.8
D	620	4	210.6	622	522	517	444	385	286	205	144	100	16.6	13.8
D	650	2	211.1	596	495	514	449	391	295	215	15			

Bilaga 2 – Fallviktmätning flygplats 2

Distance m	Imp No.	Load kN	D0 µm	D1 µm	D2 µm	D3 µm	D4 µm	D5 µm	D6 µm	Air °C	Pave °C
---	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----
10.36	1	150	781.90	580.20	456.02	350.67	293.35	239.72	174.98	-0.24	2.38
10.36	2	240	1105.00	834.46	665.41	523.28	441.52	362.66	267.36	-0.25	2.40
50.07	1	150	903.62	681.34	539.82	418.57	348.23	283.09	209.46	-0.26	2.32
50.07	2	240	1263.78	966.36	777.54	609.87	514.88	422.52	314.98	-0.27	2.32
100.15	1	150	1068.23	770.54	567.08	419.51	338.98	271.98	199.13	-0.24	2.27
100.15	2	240	1476.73	1103.23	821.46	621.44	504.36	408.19	300.19	-0.24	2.27
149.77	1	150	1039.66	682.75	477.86	347.98	283.42	232.66	175.05	-0.24	2.26
149.77	2	240	1435.75	980.03	714.04	527.54	436.11	352.57	261.18	-0.25	2.29
10.47	1	150	669.29	489.87	378.52	288.62	237.17	193.51	145.53	-0.11	2.91
10.47	2	240	939.37	700.48	552.18	423.27	354.78	291.60	220.70	-0.11	2.90
60.09	1	150	702.89	544.27	430.30	340.18	291.81	246.98	191.04	-0.13	2.73
60.09	2	240	997.11	784.58	636.06	513.31	443.51	377.57	295.76	-0.14	2.71
99.81	1	150	1031.40	757.24	570.91	420.96	336.83	266.57	188.86	-0.17	2.63
99.81	2	240	1436.12	1075.83	827.93	622.99	508.11	404.58	288.86	-0.19	2.60
150.68	1	150	885.47	607.04	432.73	314.59	256.42	209.18	154.80	-0.19	2.51
150.68	2	240	1246.27	880.10	644.90	479.91	391.99	319.63	233.50	-0.21	2.52

Bilaga 3 – Fallviktsmätning flygplats 3

JDistance J	Imp ft	Load Num	D0 lbf	D1 mils	D2 mils	D3 mils	D4 mils	D5 mils	D6 mils	Air mils	Pave °F	°F
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
D	0	1	24646	7.49	6.03	5.54	5.05	4.62	3.96	3.35	48.2	45.41
D	0	2	35850	10.55	8.53	7.89	7.15	6.63	5.65	4.78	48.2	45.41
D	0	3	49388	14.29	11.60	10.69	9.73	9.10	7.72	6.51	48.2	45.41
D	0.20	1	24360	7.39	6.14	5.61	5.03	4.64	3.82	3.15	48.2	45.63
D	0.20	2	35785	10.51	8.70	7.96	7.14	6.50	5.46	4.47	48.2	45.63
D	0.20	3	49213	14.26	11.83	10.81	9.72	8.87	7.45	6.12	48.2	45.63
D	0.39	1	24201	9.72	7.31	6.41	5.56	5.07	4.02	3.20	48.2	45.43
D	0.39	2	35596	13.83	10.43	9.15	7.96	7.26	5.77	4.60	48.2	45.43
D	0.39	3	48959	18.90	14.35	12.54	10.97	9.96	8.01	6.35	48.2	45.43
D	0.59	1	23947	10.67	7.96	6.60	5.33	4.54	3.62	2.96	48.2	45.27
D	0.59	2	35643	15.15	11.35	9.49	7.76	6.65	5.28	4.38	48.2	45.27
D	0.59	3	49087	20.69	15.50	12.96	10.62	9.07	7.26	5.98	48.2	45.27
D	0.79	1	24266	8.34	6.50	5.78	5.04	4.51	3.60	2.98	48.2	45.25
D	0.79	2	35581	11.87	9.28	8.24	7.16	6.45	5.18	4.29	48.2	45.25
D	0.79	3	49103	16.19	12.72	11.31	9.87	8.85	7.13	5.90	48.2	45.25
D	0.98	1	24169	7.87	5.24	4.56	4.06	3.76	3.14	2.54	48.2	45.16
D	0.98	2	35754	11.11	7.56	6.59	5.89	5.45	4.51	3.71	48.2	45.16
D	0.98	3	49181	15.04	10.28	8.99	8.06	7.45	6.14	5.07	48.2	45.16
D	1.18	1	24185	7.91	5.44	4.67	4.06	3.70	3.04	2.38	48.2	45.37
D	1.18	2	35835	11.38	8.00	6.90	6.05	5.48	4.49	3.56	48.2	45.37
D	1.18	3	49388	15.53	10.95	9.48	8.32	7.57	6.20	4.93	48.2	45.37
D	1.38	1	24360	8.47	5.76	4.83	4.17	3.79	3.01	2.36	48.2	45.64
D	1.38	2	35960	12.04	8.30	7.00	6.06	5.50	4.41	3.52	48.2	45.64
D	1.38	3	49262	16.22	11.22	9.53	8.27	7.48	6.02	4.80	48.2	45.64
D	1.57	1	24376	7.23	5.22	4.49	3.92	3.58	2.95	2.35	48.2	45.97
D	1.57	2	35706	10.32	7.53	6.51	5.73	5.24	4.30	3.47	48.2	45.97
D	1.57	3	49501	14.14	10.39	9.01	7.81	7.26	5.91	4.75	48.2	45.97
D	1.77	1	24345	7.94	5.50	4.72	4.13	3.71	2.94	2.37	48.2	46.62
D	1.77	2	35785	11.30	7.93	6.82	5.98	5.36	4.31	3.44	48.2	46.62
D	1.77	3	49197	15.24	10.78	9.30	8.14	7.33	5.93	4.72	48.2	46.62
D	1.97	1	24297	7.35	5.06	4.30	3.85	3.54	2.93	2.35	48.2	46.53
D	1.97	2	36136	10.61	7.37	6.34	5.70	5.25	4.33	3.55	48.2	46.53
D	1.97	3	49310	14.30	9.98	8.61	7.76	7.15	5.93	4.85	48.2	46.53
D	2.17	1	24329	9.08	5.65	4.87	4.19	3.83	3.14	2.47	48.2	46.78
D	2.17	2	35563	12.52	8.22	7.02	6.17	5.63	4.70	3.74	48.2	46.78
D	2.17	3	49197	16.91	11.23	9.59	8.55	7.84	6.49	5.36	48.2	46.78
D	2.36	1	24250	8.86	5.81	4.96	4.44	4.06	3.32	2.72	48.2	46.71
D	2.36	2	35675	12.46	8.30	7.13	6.42	5.86	4.87	3.94	48.2	46.71
D	2.36	3	49103	16.70	11.22	9.70	8.69	7.98	6.60	5.39	48.2	46.71
D	2.56	1	24169	8.13	6.59	5.92	5.34	4.92	4.06	3.30	48.2	46.42
D	2.56	2	35929	13.02	9.46	8.54	7.75	7.14	5.94	4.85	48.2	46.42
D	2.56	3	49150	17.33	12.69	11.47	10.41	9.59	8.02	6.80	48.2	46.42
D	2.76	1	23567	9.63	7.19	6.41	5.75	5.28	4.37	3.59	48.2	46.51
D	2.76	2	35596	13.88	10.46	9.35	8.41	7.73	6.41	5.28	48.2	46.51
D	2.76	3	49040	18.63	14.14	12.63	11.37	10.48	8.68	7.16	48.2	46.51
D	2.95	1	24282	11.08	8.57	7.50	6.54	5.85	4.71	3.79	48.2	46.56
D	2.95	2	35405	15.25	11.96	10.59	9.24	8.33	6.68	5.38	48.2	46.56
D	2.95	3	49040	20.63	16.20	14.36	12.57	11.33	9.05	7.33	48.2	46.56
D	3.15	1	24138	10.55	8.05	7.09	6.19	5.53	4.36	3.42	48.2	46.81
D	3.15	2	35515	14.91	11.44	10.10	8.84	7.90	6.27	4.94	48.2	46.81
D	3.15	3	48880	20.19	15.54	13.72	12.01	10.75	8.56	6.75	48.2	46.81
D	3.35	1	24473	9.04	7.43	6.54	5.60	4.94	3.92	3.15	48.2	46.92
D	3.35	2	35850	12.75	10.48	9.26	7.93	7.01	5.57	4.49	48.2	46.92
D	3.35	3	49467	17.28	14.20	12.57	10.79	9.51	7.61	6.13	48.2	46.92
D	3.54	1	24439	8.33	7.02	6.35	5.52	4.96	3.93	3.13	48.2	46.87
D	3.54	2	36041	11.87	9.91	8.98	7.89	7.17	5.79	4.63	48.2	46.87
D	3.54	3	49501	16.08	13.43	12.16	10.66	9.67	7.83	6.28	48.2	46.87
D	3.74	1	23598	8.56	6.84	6.23	5.33	4.82	3.82	3.02	48.2	46.87
D	3.74	2	35023	12.33	9.96	9.04	7.90	6.97	5.67	4.50	48.2	46.87
D	3.74	3	48768	16.60	13.71	12.39	10.76	9.65	7.76	6.27	48.2	46.87
D	3.94	1	24297	9.96	8.19	7.23	6.16	5.44	4.32	3.28	48.2	47.12
D	3.94	2	36041	14.04	11.50	10.18	8.76	7.79	6.09	5.00	48.2	47.12
D	3.94	3	49087	18.59	15.22	13.50	11.63	10.38	8.24	6.54	48.2	47.12
D	4.13	1	24250	8.56	7.33	6.70	5.99	5.55	4.67	3.83	48.2	46.49
D	4.13	2	35738	12.17	10.43	9.54	8.54	7.91	6.66	5.48	48.2	46.49
D	4.13	3	49435	16.52	14.13	12.94	11.57	10.74	9.04	7.47	48.2	46.49
D	4.33	1	24504	8.41	6.99	6.27	5.49	4.98	4.11	3.43	48.2	46.44
D	4.33	2	35913	11.99	9.88	8.95	7.85	7.12	5.92	4.90	48.2	46.44
D	4.33	3	49294	16.16	13.32	12.02	10.59	9.62	8.02	6.67	48.2	46.44
D	4.53	1	24106	8.19	6.90	6.32	5.71	5.21	4.28	3.53	48.2	46.29
D	4.53	2	35468	11.54	9.76	8.96	8.08	7.38	6.08	5.02	48.2	46.29
D	4.53	3	49056	15.64	13.26	12.17	10.96	10.00	8.27	6.74	48.2	46.29
D	4.66	1	24392	7.63	6.43	5.90	5.33	4.93	4.12	3.42	48.2	46.06
D	4.66	2	35819	10.87	9.12	8.36	7.52	6.92	5.81	4.80	48.2	46.06
D	4.66	3	49213	14.65	12.22	11.23	10.11	9.38	7.85	6.49	48.2	46.06
D	4.72	1	24313	8.17	6.85	6.21	5.50	5.06	4.22	3.54	48.2	45.73
D	4.72	2	35897	11.61	9.72	8.83	7.85	7.20	6.05	5.05	48.2	45.73
D	4.72	3	49501	15.64	13.08	11.92	10.62	9.65	8.19	6.81	48.2	45.73
D	4.92	1	24376	9.61	7.99	7.26	6.28	5.59	4.48	3.54	48.2	45.77
D	4.92	2	35659	13.57	11.24	10.18	8.84	7.92	6.34	5.09	48.2	45.77
D	4.92	3	49294	18.41	15.33	13.87	12.04	10.77	8.62	6.88	48.2	45.77
D	5.12	1	24250	8.58	7.15	6.44	5.61	5.05	4.11	3.33	48.2	45.82
D	5.12	2	35628	12.08	10.04	9.05	7.93	7.19	5.86	4.78	48.2	45.82
D	5.12	3	49056	16.42	13.65	12.28	10.79	9.74	7.96	6.48	48.2	45.82
D	5.51	1	24282	9.90	8.39	7.43	6.39	5.70	4.46	3.65	48.2	45.63
D	5.51	2	35769	14.23	11.93	10.64	9.18	8.20	6.49	5.27	48.2	45.63
D	5.51	3	49213	19.34	16.16	14.46	12.48	11.11	8.81	7.12	48.2	45.63
D	5.71	1	24392	9.24	7.59	6.72	5.82	5.22	4.20	3.33	48.2	45.79
D	5.71	2	35960	13.18	10.82	9.65	8.38	7.52	6.09	4.88	48.2	45.79
D	5.71	3	49357	17.83	14.64	13.05	11.35	10.17	8.27	6.64	48.2	45.79

D	5.91	1	24250	8.49	6.93	6.20	5.43	4.89	3.89	3.09	48.2	45.43
D	5.91	2	35691	12.35	10.10	9.08	8.09	7.23	5.79	4.63	48.2	45.43
D	5.91	3	49357	16.99	13.96	12.59	11.19	10.08	8.13	6.49	48.2	45.43
D	6.10	1	24408	8.60	6.36	5.47	4.63	4.22	3.57	2.97	48.2	45.73
D	6.10	2	35628	11.93	9.09	7.85	6.71	6.10	5.16	4.31	48.2	45.73
D	6.10	3	49420	16.36	12.46	10.83	9.30	8.51	7.15	5.99	48.2	45.73
D	6.30	1	24028	10.54	8.34	7.12	5.99	5.22	4.11	3.26	48.2	45.91
D	6.30	2	35421	14.68	11.59	9.98	8.28	7.33	5.80	4.63	48.2	45.91
D	6.30	3	48705	19.69	15.60	13.47	11.20	9.97	7.90	6.33	48.2	45.91
D	6.50	1	24075	12.66	10.37	9.25	7.93	6.89	5.33	3.96	48.2	45.28
D	6.50	2	35120	17.38	14.46	12.84	11.01	9.63	7.47	5.55	48.2	45.28
D	6.50	3	48626	23.69	19.78	17.68	15.21	13.34	10.35	7.80	48.2	45.28
D	6.69	1	24234	10.54	8.68	7.70	6.60	5.84	4.50	3.48	48.2	45.59
D	6.69	2	35706	14.98	12.35	11.02	9.49	8.40	6.57	5.06	48.2	45.59
D	6.69	3	49262	20.36	16.81	15.00	12.96	11.49	9.00	6.99	48.2	45.59
D	6.89	1	24805	10.76	8.88	7.92	6.67	5.78	4.33	3.31	50	49.51
D	6.89	2	36008	14.93	12.27	10.96	9.30	8.13	6.20	4.68	50	49.51
D	6.89	3	49310	20.20	16.63	14.86	12.65	11.10	8.51	6.51	50	49.57
D	7.09	1	24504	7.68	6.39	5.76	5.06	4.50	3.54	2.75	50	49.86
D	7.09	2	35882	10.85	8.96	8.15	7.17	6.38	5.01	3.90	50	49.86
D	7.09	3	49467	14.80	12.35	11.21	9.83	8.81	6.94	5.42	50	49.86
D	7.28	1	24630	6.62	5.70	5.32	4.81	4.45	3.66	2.96	50	49.59
D	7.28	2	36120	9.41	8.15	7.62	6.89	6.36	5.24	4.26	50	49.59
D	7.28	3	49755	12.81	11.13	10.37	9.39	8.66	7.18	5.72	50	49.59
D	7.48	1	24551	8.74	7.37	6.68	5.78	5.18	4.10	3.24	50	49.68
D	7.48	2	35882	12.20	10.30	9.32	8.22	7.37	5.89	4.68	50	49.68
D	7.48	3	49467	16.55	13.98	12.72	11.24	10.15	8.15	6.52	50	49.68
D	7.68	1	24599	11.21	9.46	8.32	6.89	5.87	4.20	2.98	50	49.75
D	7.68	2	35976	15.31	12.95	11.40	9.53	8.17	5.96	4.37	50	49.75
D	7.68	3	49485	20.60	17.39	15.41	12.94	11.17	8.21	6.05	50	49.75
D	7.87	1	24884	7.00	5.51	4.88	4.19	3.80	3.07	2.41	50	49.48
D	7.87	2	36199	9.94	7.85	6.95	6.04	5.49	4.41	3.53	50	49.48
D	7.87	3	49802	13.67	10.83	9.62	8.34	7.60	6.14	4.89	50	49.48
D	8.07	1	24695	6.86	5.71	5.18	4.57	4.15	3.32	2.64	50	49.71
D	8.07	2	36120	9.87	8.21	7.44	6.60	5.99	4.83	3.83	50	49.71
D	8.07	3	49755	13.59	11.33	10.30	9.14	8.27	6.71	5.35	50	49.71
D	8.27	1	24711	7.96	6.79	6.12	5.38	4.84	3.87	3.09	50	49.86
D	8.27	2	36089	11.19	9.55	8.63	7.62	6.89	5.56	4.49	50	49.86
D	8.27	3	49674	15.24	12.97	11.75	10.35	9.37	7.57	6.09	50	49.86
D	8.46	1	24711	6.82	5.74	5.19	4.59	4.15	3.40	2.75	50	49.51
D	8.46	2	36073	9.72	8.15	7.37	6.53	5.93	4.87	4.00	50	49.51
D	8.46	3	49896	13.37	11.22	10.19	9.00	8.20	6.76	5.56	50	49.51
D	8.66	1	24821	6.63	5.64	5.09	4.51	4.15	3.43	2.78	50	49.60
D	8.66	2	36230	9.33	7.88	7.17	6.40	5.89	4.91	4.07	50	49.60
D	8.66	3	49802	12.69	10.74	9.81	8.74	8.04	6.71	5.62	50	49.60
D	8.86	1	24583	6.31	5.40	4.98	4.49	4.16	3.51	2.94	50	49.71
D	8.86	2	36057	8.97	7.67	7.13	6.47	6.01	5.11	4.31	50	49.71
D	8.86	3	49755	12.28	10.55	9.79	8.87	8.25	7.02	5.90	50	49.71
D	9.06	1	24536	7.26	6.13	5.57	4.88	4.43	3.65	3.03	50	49.84
D	9.06	2	36023	10.19	8.59	7.83	6.89	6.31	5.26	4.42	50	49.84
D	9.06	3	49849	13.82	11.68	10.66	9.41	8.57	7.19	6.12	50	49.84
D	9.25	1	24567	6.43	5.37	4.83	4.23	3.82	3.05	2.39	50	49.84
D	9.25	2	36167	9.07	7.58	6.85	6.04	5.49	4.39	3.57	50	49.89
D	9.25	3	49896	12.36	10.36	9.35	8.26	7.47	6.06	4.85	50	49.89
D	9.45	1	24630	5.72	4.94	4.61	4.21	3.94	3.39	2.87	50	49.73
D	9.45	2	35945	8.12	7.07	6.59	6.06	5.64	4.86	4.00	50	49.73
D	9.45	3	50009	11.26	9.85	9.21	8.49	7.94	6.85	5.81	50	49.73
D	9.65	1	24614	6.48	5.23	4.74	4.29	4.00	3.38	2.84	50	49.59
D	9.65	2	36214	9.28	7.49	6.82	6.22	5.80	4.92	4.17	50	49.59
D	9.65	3	49946	12.72	10.37	9.41	8.56	7.97	6.79	5.74	50	49.59
D	9.84	1	24662	6.12	4.84	4.31	3.85	3.57	3.05	2.59	50	48.83
D	9.84	2	36183	8.81	6.94	6.22	5.56	5.18	4.43	3.77	50	48.83
D	9.84	3	50009	12.11	9.56	8.56	7.69	7.14	6.10	5.19	50	48.83
D	10.04	1	24711	5.11	4.33	4.05	3.70	3.46	3.02	2.53	50	49.60
D	10.04	2	36104	7.31	6.21	5.81	5.37	5.03	4.33	3.69	50	49.60
D	10.04	3	50024	10.07	8.59	8.05	7.42	6.94	6.02	5.09	50	49.60
D	10.24	1	24680	5.43	4.70	4.34	4.02	3.68	3.08	2.53	50	49.64
D	10.24	2	36167	7.79	6.71	6.31	5.72	5.34	4.46	3.70	50	49.64
D	10.24	3	49962	10.70	9.24	8.63	7.92	7.34	6.15	5.11	50	49.64
D	10.43	1	24392	5.70	5.04	4.78	4.41	4.13	3.59	3.07	50	49.59
D	10.43	2	36041	8.24	7.25	6.86	6.33	5.97	5.16	4.35	50	49.59
D	10.43	3	49770	11.29	9.86	9.35	8.69	8.16	7.06	6.00	50	49.59
D	10.63	1	24630	5.48	4.80	4.50	4.07	3.82	3.30	2.75	50	49.41
D	10.63	2	36089	8.00	6.91	6.55	6.08	5.76	4.94	4.16	50	49.41
D	10.63	3	49993	10.96	9.60	9.06	8.43	7.89	6.74	5.83	50	49.41
D	10.83	1	24599	6.02	5.16	4.82	4.38	4.06	3.37	2.74	50	49.77
D	10.83	2	36136	8.54	7.43	6.94	6.30	5.84	4.85	3.96	50	49.77
D	10.83	3	49946	11.80	10.24	9.56	8.71	8.06	6.73	5.52	50	49.77
D	11.02	1	24662	5.85	5.09	4.71	4.22	3.86	3.13	2.46	50	49.91
D	11.02	2	36358	8.41	7.27	6.75	6.08	5.57	4.50	3.55	50	49.91
D	11.02	3	50040	11.55	10.06	9.31	8.35	7.67	6.23	4.97	50	49.91
D	11.22	1	24488	5.39	4.48	4.15	3.80	3.47	2.86	2.39	50	49.84
D	11.22	2	36041	7.74	6.51	6.07	5.55	5.09	4.26	3.48	50	49.84
D	11.22	3	49928	10.70	9.05	8.45	7.69	7.11	5.92	4.85	50	49.84
D	11.42	1	24423	5.22	4.44	4.15	3.80	3.54	3.03	2.65	50	49.84
D	11.42	2	35945	7.55	6.40	6.02	5.50	5.15	4.39	3.76	50	49.96
D	11.42	3	49849	10.39	8.93	8.30	7.63	7.09	6.01	5.21	50	49.96
D	11.61	1	24439	5.91	5.07	4.71	4.28	3.86	3.11	2.43	50	50.16
D	11.61	2	35803	8.56	7.32	6.80	6.20	5.62	4.52	3.58	50	50.16
D	11.61	3	49849	11.89	10.20	9.51	8.67	7.90	6.38	5.10	50	50.16
D	11.81	1	24837	7.09	6.11	5.65	5.03	4.53	3.52	2.69	50	50.09
D	11.81	2	35835	9.98	8.60	7.93	7.06	6.34	4.94	3.82	50	50.09
D	11.81	3	49467	13.84	11.97	11.04	9.87	8.89	6.96	5.37	50	50.09

Bilaga 4 – Värden från PMS Objekt för flygplats 1

Sektion	RMS	Styhetmodul 1	Styhetmodul 2	Styhetmodul 3	Lufttemp.	Yttemp.	D0	D300	D300	D450	D600	D900	D1200	D1500	D1800
20	0.0075	4862	318	65	14.5	13.8	0.7169	0.5331	0.5331	0.4638	0.4031	0.3053	0.2328	0.1785	0.1369
100	0.0102	7369	86	386	15.3	13.7	0.6970	0.5528	0.5528	0.4821	0.4131	0.2891	0.1902	0.1169	0.0658
100	0.0097	7591	89	347	15.3	13.7	0.6875	0.5467	0.5467	0.4775	0.4100	0.2884	0.1911	0.1187	0.0680
100	0.0084	7635	99	255	15.3	13.7	0.6824	0.5434	0.5434	0.4754	0.4092	0.2902	0.1951	0.1240	0.0738
140	0.0136	7684	85	224	15.6	13.8	0.7286	0.5895	0.5895	0.5194	0.4507	0.3254	0.2231	0.1450	0.0885
140	0.0129	7861	90	199	15.6	13.8	0.7170	0.5816	0.5816	0.5132	0.4463	0.3241	0.2240	0.1474	0.0917
200	0.0103	8668	78	287	14.6	13.5	0.6798	0.5555	0.5555	0.4917	0.4285	0.3119	0.2151	0.1402	0.0855
200	0.0101	8797	83	245	14.6	13.5	0.6657	0.5449	0.5449	0.4829	0.4215	0.3082	0.2141	0.1411	0.0874
200	0.0098	8821	85	222	14.6	13.5	0.6617	0.5423	0.5423	0.4809	0.4202	0.3082	0.2150	0.1427	0.0894
240	0.0081	7474	111	153	14.7	13.5	0.6880	0.5530	0.5530	0.4870	0.4228	0.3073	0.2140	0.1432	0.0917
240	0.0098	7853	101	184	14.7	13.5	0.6729	0.5426	0.5426	0.4782	0.4151	0.3008	0.2080	0.1374	0.0862
240	0.0086	7846	110	169	14.7	13.5	0.6704	0.5397	0.5397	0.4754	0.4127	0.2996	0.2080	0.1384	0.0879
260	0.0118	7949	87	273	15.5	13.8	0.6962	0.5604	0.5604	0.4928	0.4263	0.3054	0.2071	0.1326	0.0793
320	0.0118	4984	128	170	14.8	12.8	0.7852	0.5925	0.5925	0.5065	0.4267	0.2917	0.1910	0.1202	0.0725
320	0.0113	5094	134	162	14.8	12.8	0.7702	0.5822	0.5822	0.4985	0.4208	0.2893	0.1910	0.1216	0.0745
320	0.0112	5216	138	160	14.8	12.8	0.7653	0.5794	0.5794	0.4966	0.4197	0.2895	0.1920	0.1230	0.0759
460	0.0106	9721	94	432	15.6	13.8	0.5926	0.4788	0.4788	0.4211	0.3645	0.2609	0.1761	0.1117	0.0655
500	0.0112	9632	74	278	15.7	13.8	0.6819	0.5648	0.5648	0.5033	0.4420	0.3272	0.2301	0.1535	0.0963
500	0.0102	9742	78	250	15.7	13.8	0.6746	0.5589	0.5589	0.4983	0.4378	0.3247	0.2291	0.1536	0.0971
600	0.0087	8216	117	134	15.0	13.6	0.6798	0.5537	0.5537	0.4906	0.4292	0.3176	0.2262	0.1554	0.1029
620	0.0090	9043	104	204	16.6	13.8	0.6454	0.5252	0.5252	0.4643	0.4047	0.2956	0.2060	0.1371	0.0865
620	0.0083	9107	115	181	16.6	13.8	0.6348	0.5163	0.5163	0.4566	0.3984	0.2921	0.2050	0.1379	0.0886
620	0.0081	9220	117	177	16.6	13.8	0.6308	0.5135	0.5135	0.4544	0.3967	0.2914	0.2050	0.1384	0.0893
Medel	0.0100	7843	110	224	15.3	13.6	0.6880	0.5500	0.5500	0.4831	0.4183	0.3019	0.2082	0.1373	0.0861
StdAv	0.0013	1102	26	64	0.5	0.2	0.0324	0.0195	0.0195	0.0160	0.0135	0.0125	0.0123	0.0113	0.0100
Max	0.0136	9742	318	432	16.6	13.8	0.7852	0.5925	0.5925	0.5194	0.4507	0.3272	0.2328	0.1785	0.1369
Min	0.0075	4862	74	65	14.5	12.8	0.5926	0.4788	0.4788	0.4211	0.3645	0.2609	0.1761	0.1117	0.0655

Sektion	RMS	Styhetmodul 1	Styhetmodul 2	Styhetmodul 3	Lufttemp.	Yttemp.	D0	D300	D300	D450	D600	D900	D1200	D1500	D1800
0	0.0154	3670	138	169	15.2	13.9	0.8935	0.6402	0.6402	0.5353	0.4413	0.2898	0.1832	0.1121	0.0662
0	0.0142	3826	142	164	15.2	13.9	0.8776	0.6322	0.6322	0.5301	0.4385	0.2901	0.1852	0.1146	0.0687
0	0.0137	3901	145	164	15.2	13.9	0.8614	0.6213	0.6213	0.5214	0.4316	0.2862	0.1832	0.1138	0.0685
40	0.0111	6460	141	153	14.9	14.1	0.7102	0.5528	0.5528	0.4801	0.4113	0.2917	0.1992	0.1314	0.0837
40	0.0084	6293	166	133	14.9	14.1	0.7003	0.5415	0.5415	0.4698	0.4027	0.2875	0.1991	0.1344	0.0886
40	0.0084	6381	168	132	14.9	14.1	0.6944	0.5377	0.5377	0.4669	0.4006	0.2866	0.1991	0.1349	0.0892
120	0.0097	7873	138	144	14.8	14.3	0.6689	0.5351	0.5351	0.4708	0.4087	0.2979	0.2091	0.1419	0.0930
120	0.0102	7808	148	137	14.8	14.3	0.6641	0.5299	0.5299	0.4659	0.4044	0.2952	0.2081	0.1422	0.0942
120	0.0100	8042	142	144	14.8	14.3	0.6589	0.5274	0.5274	0.4642	0.4032	0.2943	0.2071	0.1410	0.0928
160	0.0108	7398	111	202	15.6	14.2	0.6902	0.5478	0.5478	0.4789	0.4123	0.2935	0.1990	0.1287	0.0788
160	0.0107	7529	116	198	15.6	14.2	0.6792	0.5392	0.5392	0.4716	0.4062	0.2897	0.1970	0.1279	0.0789
200	0.0115	6403	149	157	15.0	14.1	0.7020	0.5432	0.5432	0.4705	0.4021	0.2839	0.1932	0.1271	0.0809
560	0.0071	11592	138	149	15.5	13.9	0.5606	0.4656	0.4656	0.4166	0.3682	0.2786	0.2031	0.1431	0.0974
560	0.0066	11358	152	138	15.5	13.9	0.5571	0.4614	0.4614	0.4126	0.3646	0.2761	0.2020	0.1434	0.0986
560	0.0069	11593	147	143	15.5	13.9	0.5559	0.4611	0.4611	0.4126	0.3648	0.2763	0.2021	0.1431	0.0981
600	0.0090	10892	122	238	15.5	14.3	0.5533	0.4516	0.4516	0.3998	0.3491	0.2559	0.1790	0.1196	0.0759
600	0.0085	10920	135	209	15.5	14.3	0.5477	0.4466	0.4466	0.3955	0.3455	0.2542	0.1790	0.1209	0.0781
600	0.0084	11031	137	208	15.5	14.3	0.5427	0.4427	0.4427	0.3922	0.3428	0.2524	0.1780	0.1205	0.0780
Medel	0.0100	7943	141	166	15.2	14.1	0.6732	0.5265	0.5265	0.4586	0.3943	0.2822	0.1948	0.1300	0.0839
StdAv	0.0019	2203	10	26	0.3	0.1	0.0833	0.0478	0.0478	0.0358	0.0257	0.0111	0.0092	0.0095	0.0090
Max	0.0154	11593	168	238	15.6	14.3	0.8935	0.6402	0.6402	0.5353	0.4413	0.2979	0.2091	0.1434	0.0986
Min	0.0066	3670	111	132	14.8	13.9	0.5427	0.4427	0.4427	0.3922	0.3428	0.2524	0.1780	0.1121	0.0662