

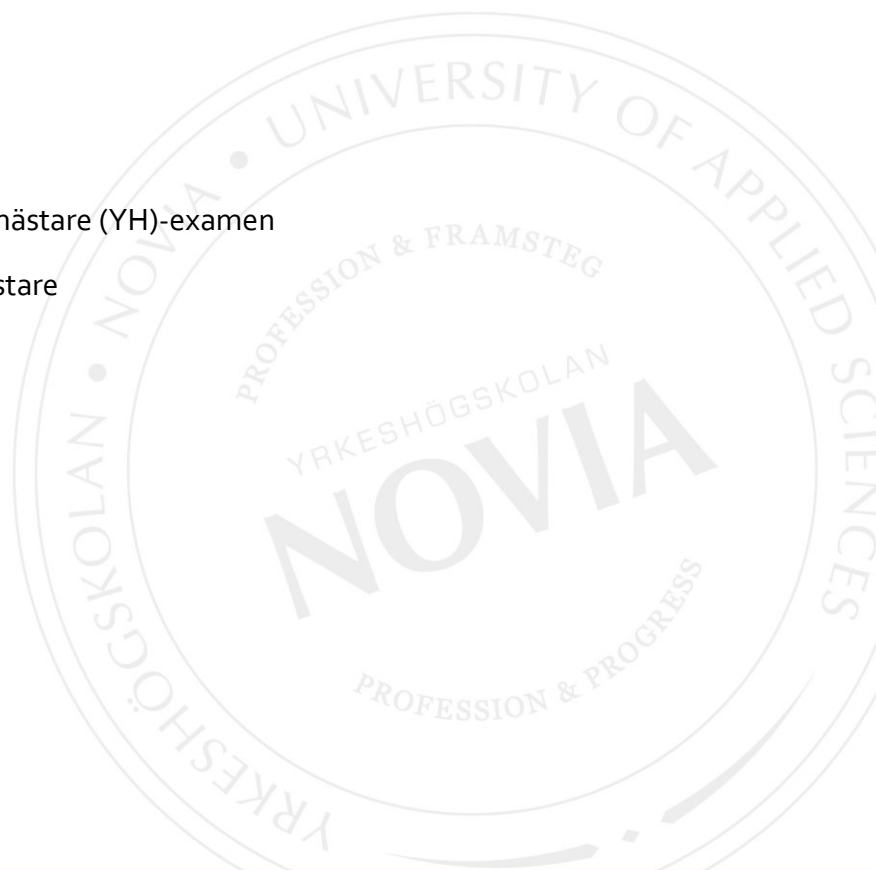
# Utveckling av kvalitetskontroll för asfalt

Rickard Östman

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildningen för byggmästare

Vasa 2022



## EXAMENSARBETE

Författare: Rickard Östman

Utbildning och ort: Byggnadsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Infrastruktur

Handledare: Tom Lipkin, Novia

Paul Sundström, Sundström Ab Oy

Titel: Utveckling av kvalitetskontroll för asfalt

---

Datum 10.12.22

Sidantal 29

Bilagor 3

---

### Abstrakt

Syftet med examensarbetet var att genom studier utreda vilka krav som ställs på laboratoriet som utför analyser av asfaltmassaprov och bitumenprov samt att utreda användandet av föryngringsmedel i gammal asfalt vid återvinning och föryngringsmedlens betydelse. Studierna ger läsaren en bild av hur det går till vid analysering av asfaltmassa och på vilket sätt man undersöker bitumen som är bindemedlet i asfalten.

Arbetet utfördes på beställning av Sundström Ab OY som är ett familjeföretag som är verksam i asfaltbranschen. Företaget har tidigare skaffat utrustning för analysering av massaprov. Syftet med studierna var att utreda kraven för laboratoriet, få det godkänt av PANK ry. samt köra i gång verksamheten.

Företaget har sedan år 2015 använt sig av återvinning vid asfaltproduktion. Det medför utmaningar och kraven på utförandet skärps kontinuerligt. För att hänga med i utvecklingen utreddes också möjligheterna att utveckla laboratoriet. Eftersom laboratoriet inte har utrustning för analysering av bitumen gjordes en undersökning om det skulle vara ekonomiskt lönsamt att ta med det i sortimentet. Läsaren introduceras i vilken effekt föryngringsmedel har på åldrandet av bitumen i återvunnen asfalt samt på vilket sätt man undersöker dessa saker i laboratorium.

Arbetet startade med att reda ut kraven för att få laboratoriet PANK-godkänd samt utreda om det skulle bli lönsamt att skaffa utrustning och ta med undersökning av bitumen i sortimentet. Efteråt gjordes en undersökning om användande av föryngringsmedel i återvunnen asfalt genom att analysera asfaltmassa med och utan föryngringsmedel. Resultatet blev för det första bra förberedelse för PANK-godkännande, för det andra en ekonomisk kalkyl av lönsamheten med bitumenprovning och för det tredje visade sig användande av föryngringsmedel vara en mycket komplicerad sak.

---

Språk: svenska

Nyckelord: asfalt, bitumen, asfaltanalys

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rickard Östman

Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vasa

Suuntautumisvaihtoehto: Yhdyskuntatekniikka

Ohjaajat: Tom Lipkin, Novia

Paul Sundström, Sundström Ab Oy

Nimike: Asfaltin laadunvalvonnan kehittäminen

---

Päivämäärä 10.12.22

Sivumäärä 29

Liitteet 3

---

### Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia asfalttimassatestejä tekevän laboratorion vaatimuksia, bitumitestejä sekä tutkia elvytysaineiden käytöstä vanhassa asfaltissa kierrätyksessä ja sen merkitystä. Tutkimukset antavat lukijalle kuvan siitä, miten se suoritetaan asfalttimassaa analysoitaessa ja miten asfaltin sideaineena olevaa bitumia tutkitaan.

Työ toteutettiin asfalttialalla toimivan perheyriyksen Sundström Ab OY:n tilauksesta. Yhtiö on aiemmin hankkinut laitteet massanäytteiden analysointiin ja tutkimusten tarkoitus oli tutkia laboratorion vaatimuksia, saadakseen PANK ry:n hyväksynnän ja saadakseen sen käyntiin.

Vuodesta 2015 lähtien yhtiö on käyttänyt kierrätystä asfalttituotannossa. Tämä tuo mukanaan haasteita ja toteutusvaatimuksia kiristetään jatkuvasti. Kehityksen perässä pysymiseksi selvitettiin myös laboratorion kehittämismahdollisuuksia. Koska laboratoriossa ei ole laitteistoa bitumin analysoimiseksi, tutkittiin myös, olisiko taloudellisesti kannattavaa sisällyttää se valikoimaan. Lukija tutustuu siihen, miten elvytysaine vaikuttaa kierrätetyn asfaltin bitumin ikääntymiseen ja miten näitä asioita tutkitaan laboratoriossa.

Työ aloitettiin selvittämällä vaatimuksia laboratorion PANK hyväksynnän saamiseksi ja selvittämällä, olisiko kannattavaa hankkia laitteita ja ottaa bitumitutkimus mukaan valikoimaan. Jälkeenpäin tehtiin tutkimus elvytysaineen käytöstä kierrätysasfaltissa, analysoimalla asfalttimassaa elvytysaineiden kanssa ja ilman. Tuloksena oli ensinnäkin hyvä valmistautuminen PANK-hyväksyntään, toiseksi taloudellinen laskelma bitumitestauksen kannattavuudesta, kolmanneksi elvytysaineiden käyttö osoittautui erittäin monimutkaiseksi asiaksi.

---

kieli: ruotsi

Avainsana: asfaltti, bitumi, asfalttianalyysi

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Rickard Östman

Degree Programme: Construction Management

Specialization: Civil engineering

Supervisors: Tom Lipkin, Novia

Paul Sundström, Sundström Ab Oy

Title: Development of Quality Control for Asphalt

---

Date 10.12.22

Number of pages 29

Appendices 3

---

## Abstract

The purpose of this thesis was to investigate through studies what requirements are placed on the laboratory that performs analyzes of asphalt mass samples, bitumen samples as well as investigation of the use of rejuvenators in old asphalt during recycling and the importance of rejuvenators. The study shows the reader how to analyze asphalt mass and bitumen, which is the binder in asphalt.

The work was carried out by order of Sundström Ab OY, a family company active in the asphalt industry. The company has previously acquired equipment for analyzing pulp samples. The purpose of the study was to investigate the requirements for the laboratory, get it approved by PANK ry. to get the business running.

Since 2015, the company has used recycling in asphalt production. This entails challenges and the requirements for execution are continuously being tightened. To keep up with developments, the possibilities of developing the laboratory were also investigated. As the laboratory does not have equipment for analyzing bitumen, an investigation was made as to whether it would be economically viable to include it in the range.

The reader is introduced to the effect of rejuvenators on the aging of bitumen in recycled asphalt and how these things are investigated in the laboratory.

The work started with sorting out the requirements to get the laboratory PANK-approved and investigating whether it would be profitable to acquire equipment and include testing of bitumen in the range. Afterwards, an investigation was carried out on the use of rejuvenators in recycled asphalt by analyzing asphalt mass with and without rejuvenators. The result was, firstly, good preparation for PANK approval, secondly, an economic calculation of the profitability of bitumen testing, and thirdly, the use of rejuvenators turned out to be a very complicated matter.

---

Language: Swedish

Keywords: asphalt, bitumen, asphalt analyzing

---



# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Problemformulering.....	2
1.2	Syfte .....	2
1.3	Avgränsning.....	3
1.4	Centrala begrepp.....	3
2	Uppdragsgivare .....	4
3	PANK-godkännande.....	4
3.1	Allmänt.....	4
3.2	Kvalitetsledningssystemets krav.....	5
3.3	Organisation, personal, ansvar och befogenheter.....	5
3.4	Dokumentation .....	6
3.5	Utrymmen och miljöförhållanden.....	7
3.6	Utrustning.....	7
3.7	Godkända metoder .....	8
3.8	Kvalitetssäkring av metoder.....	8
3.9	Provtagning.....	9
3.10	Rapportering av resultat.....	9
3.11	Arbets säkerhet .....	11
3.12	Förbättring av verksamheten.....	11
4	Bitumen.....	12
4.1	Allmänt bitumen.....	12
4.2	Bitumens egenskaper.....	13
4.3	Penetration.....	13
4.3.1	Beskrivning av metoden.....	13
4.4	Asfaltgranulat.....	18
4.5	Föryngringsmedel.....	19
5	Undersökningar och metoder .....	22
5.1	Val av programvara.....	22
5.2	Förberedelse för PANK-Godkännande .....	23
5.3	Utredning av möjligheter till bitumenundersökning.....	23
5.4	Test av föryngringsmedel .....	25
6	Sammandrag av resultat .....	27
7	Sammanfattning och diskussion .....	27
7.1	Förslag till fortsatt forskning.....	28
8	Källförteckning .....	28

## **Bilagor**

Bilaga 1. Sammanställning av prisuppgifter på utrustning

Bilaga 2. Beräkning av nettopris per prov

Bilaga 3. Testrapport Mitta OY

# 1 Inledning

Asfalt har en stor betydelse i vårt samhälle idag. Vi har ca 50 000 km asfaltbelagda vägar i Finland. Man använder asfalt på många olika ställen, exempelvis gårdsplaner, idrottsanläggningar, hallar och parkeringsplatser. Man har även framgångsrikt byggt bassänger med asfaltbeläggning för industrianläggningar.

På 1870-talet började man asfaltera trottoarer i Finland. Beläggning av vägar och vägsträckor började på 1920-talet men det dröjde ända till 1937 innan vi fick Finlands första helasfalterade väg. Mycket har hänt sedan dess och allt från produktion till utläggning har förändrats.

I början fanns obefintligt kvalitetskrav men eftersom trafikmängden och slitaget ökat enormt så har man också börjat ställa stora krav på de som utför asfalteringsarbeten.

Asfalt består av krossat stenmaterial och bindemedel. I början användes stenkolstjära som bindemedel men idag används bitumen som är en oljebiprodukt. Alla beståndsdelar är viktiga med avseende på kvaliteten.

För att hålla koll på kvaliteten så måste asfaltmassan analyseras i laboratorium. Genom att analysera asfaltmassa får man exempelvis kornstorlek, fillermängd och bindemedelshalt.

I vårt samhälle idag strävar vi till att skydda miljön och till att bevara våra naturresurser. Återanvändning och återvinning främjas genom lagstiftning och utbildning. Syftet är att spara naturresurser och energi i produkttillverkning och konsumtionsvanor.

Asfaltbranschen har under flera år satsat på både hållbar utveckling och återvinning. Genom att gemensamt med olika länder sätta upp miljömål för att minska utsläppen med 20 procent mellan 1990 och 2020 så har man i asfaltbranschen i många fall redan uppnått det.

Användning av gammal asfalt vid produktion av ny har gjorts sedan 1970-talet i Finland. Denna metod medför trots allt många utmaningar. Bitumen som är bindemedel i asfalten föråldras och hårdnar och man har därför satt krav på att man tar detta i beaktande vid produktion. Det har kommit ut olika ”föryngringsmedel” på marknaden som tillsätts för att komma åt problemet. I detta examensarbete belyses dessa saker.

## 1.1 Problemformulering

I detta examensarbete behandlas i huvudsak två olika problem närmare bestämt PANK-godkännande och utmaningar vid återvinning av gammal asfalt.

Sundström Ab Oy köpte en asfaltanalysator år 2021 med tanke på att börja analysera asfaltproven själva. För att få göra det har en del beställare satt upp krav att laboratoriet och dess verksamhet bör vara godkänd av PANK ry. PANK är förkortning av *Päällystealan neuvottelukunta* och är en branschorganisation för asfalt i Finland. Organisationen ger ut boken *Asfalttinormit* och utarbetar *PANK-menetelmät* vilka är riktlinjer för kvaliteten inom asfaltbranschen.

Före granskningen måste man se till att man har ordnat med alla krav på dokumentering och förfarande samt att man följer riktlinjer som är satta i nyaste instruktionerna TR 10 som kom ut 2020.03.31. Eftersom företaget inte tidigare gjort analyser i egen regi saknas allt detta i nuläget.

År 2015 skaffade företaget sitt första asfaltverk med möjlighet att återanvända gammal asfalt vid produktion av ny. Det har nu kommit krav på att varje gång man krossar nya hopar asfaltgranulat som används som råmaterial så måste man analysera och ta reda på vilken bitumen den innehåller.

Efter diskussioner med enhetschefen på asfalt kom man också fram till att det finns potential till att vidareutveckla verksamheten. I ett företag med ständig utveckling och där man tar på sig allt större projekt så ökar också kraven på kvaliteten.

Det finns också behov av att testa bitumen ytterligare speciellt när man i framtiden även planerar börja använda föryngringsmedel i asfaltgranulatet. Problemet är att all utrustning saknas för detta i nuläget.

## 1.2 Syfte

Detta examensarbete har flera syften. Huvudsyftet var att ordna med alla krav för att starta upp laborieverksamheten i egen regi vid Sundström Ab Oy. Andra syftet var att genom utredningar undersöka problemet med föråldrande av bitumen vid asfaltåtervinning samt reda ut vilka andra undersökningsmetoder man har behov av i företaget för att eventuellt ta med det i sortimentet.

### 1.3 Avgränsning

Företaget har tillverkat asfalt i över 20 års tid. Under åren har man börjat ta på sig allt större projekt. När projekten blir större så ökar också kraven på kvaliteten. Kvalitetskontroll av asfalt är en viktig del. För att hålla koll på kvaliteten så måste man analysera asfaltmassan i laboratorium. Hittills har man köpt laboratorietjänster av utomstående part. Man har länge sett problem med både en alltför långsam process och att det är rätt dyra köptjänster.

Detta arbete handlar om att få i gång laboratorieverksamheten i egen regi samt utveckla den enligt företagets behov. Arbetet innehåller även en undersökning angående föryngring av föråldrat bitumen i gammal asfalt.

### 1.4 Centrala begrepp

*Marto.* Skräddarsytt affärssystem som utvecklats för Sundström Ab Oy innehållande verktyg för planering, lagerstatus, fakturering med mera.

*Päällystealan neuvottelukunta(PANK ry.).* Branschorganisation för asfalt i Finland. Utger boken Asfaltinormit som ger riktlinjer för kvalitet inom asfaltbranschen.

*InnoLIMS.* Programvara som utvecklats av företaget Innovatics OY. För laboratedatahantering, ERP datainsamlingssystem.

*Bitumen penetration.* Undersökningsmetod som används för att ta reda på bitumens hårdhet.

*Asfaltgranulat.* Krossade asfaltbitar eller gammal asfalt som frästs bort från en belagd väg, vilket används som återvinning vid nyproduktion.

*Föryngringsmedel.* Tillsatsmedel som används för att mjuka upp gammal oxiderad bitumen för att återställa dess egenskaper.

*Asfaltanalysator.* Apparat som används när man löser upp och tvättar ett asfaltprov för att få möjlighet att testa kornstorlek, bindemedelshalt och bindemedelsegenskaper.

*Penetrometer.* Apparat som används när man testar bitumens hårdhet.

*Destilleringsutrustning.* Apparat som kan skilja på metylen och bitumen som samlas i asfaltanalysatorn när den tvättar ett asfaltprov.

## 2 Uppdragsgivare

Sundström Ab Oy är ett familjeföretag verksamt i Finland. Företaget hade år 2021 en omsättning på 82,8 miljoner euro. Företaget grundades år 1966 av Hans-Erik Sundström. Efterhand som verksamheten växte anslöt sig flera av Hans-Eriks bröder till företaget. År 1999 omvandlades företaget till aktiebolag och fick namnet Sundström Ab Oy. Ägare var då Hans-Erik samt åtta av hans bröder. Företaget är alltjämt familjeägt. Till en början utfördes främst skogsdikningar. När företaget växte fanns möjlighet att bredda tjänsteutbudet. Idag utför företaget arbeten inom jordbyggnad, spårläggning, asfaltering, täckdikning, framställning av krossprodukter och transporter. Vid årsskiftet 1999–2000 införskaffades första asfaltverket. År 2015 köpte företaget sin första anläggning med möjlighet att använda återvinning. År 2019 köpte företaget ytterligare ett mobilt asfaltverk. En modern maskinpark och användning av modern teknik har varit en förutsättning för att kunna växa i den takt som företaget har vuxit. När företagets verksamhetsområde har utvidgats har antalet brytningsplatser ökat. Företaget har idag bergtäkter i Vasa, Pedersöre, Karleby, Kauhajärvi och Sievi. (Sundström Ab Oy, 2022).

## 3 PANK-godkännande

I början av detta kapitel förklaras PANK-godkännande för att läsaren skall förstå vad det innebär i praktiken. Resterande delen av kapitlet innehåller tydliga instruktioner huruvida en laboratorieorganisation bör sköta sin verksamhet.

### 3.1 Allmänt

PANK-godkännande är bedömning och certifiering för laboratorier som utför kvalitetsmätningar av asfaltmassa, bitumen, ballast och asfaltbeläggning, vilket säkerställer att organisationen efterföljer SFS-EN standarder, PANK-förfarande och andra kända förfarande vid laboratorstjänster. PANK-godkännande grundar sig på ett avtal mellan *Päällystealan neuvottelukunta* PANK ry. och *Inspeta Sertifiointi OY*. Certifieringsförfarandet beskrivs i *Inspeta sertifiointi OY:s instruktioner **Allmänna instruktioner för produktcertifiering.***

PANK-godkännande kan ges till ett laboratorium eller till en annan typ av testorganisation. Godkännandet omfattar PANK-godkännandets metoder och deras kvalitetssäkringssystem.

Vid PANK-godkännandet fungerar företaget Inspecta Sertiointi Oy som teknisk granskare. Företaget fastställer riktlinjerna och styr godkännandet och utvärderingsaktiviteterna.

Laboratorieorganisationerna granskas årligen så att deras verksamhet överensstämmer med PANK-förfarandet.

Utvärderingsbesök för att kontrollera organisationens förmåga att utföra det enligt kraven görs regelbundet. Om testorganisationen verkar på flera platser utförs utvärderingen på alla platser i fråga och dokumenteras varje år. Dessutom utförs utvärderingen av aktiviteter genom provtagning på varje provtagningsplats vart tredje år. Företaget som fungerar som granskare ska tillhandahålla kompletterande vägledning om utvärderingar och principer för provtagning.

Utöver utomstående utvärderingar rekommenderas interna bedömningar hur kvalitetssäkringssystemet fungerar. (PANK ry., 2020).

### **3.2 Kvalitetsledningssystemets krav**

Laboratorieorganisationen ska upprätta, beskriva och upprätthålla ett kvalitetsledningssystem. Kvalitetsledningssystemet ska omfatta de krav för PANK-godkännande som anges i deras föreskrifter. (PANK ry., 2020)

### **3.3 Organisation, personal, ansvar och befogenheter**

Kvalitetssäkringssystemet ska beskriva följande saker:

- Provningsorganisation och, i förekommande fall, placering i moderorganisationen.
- Områden där man utför test som råder under PANK-godkännande.
- Person eller personer som ansvarar för laboratorietjänster för samtliga kontor.
- Personalens ansvar, befogenheter och vice arrangemang.
- Introduktion av personal och fastställa registrering av metodspezifisk kompetens.
- Skolning av personal och upprätthållande av rätt kompetens.

Ytterligare rekommenderas att man deltar i PANK-förfarandedagar som ordnas samt deltar i andra dylika skolningar. Det är också bra med intern skolning för att upprätthålla kompetensen. Varje säsong påbörjas med ett startmöte. (PANK ry., 2020).

### 3.4 Dokumentation

Åtminstone följande instruktioner och dokumentation ska finnas tillgängliga på kontoren:

- metodinstruktioner och standarder
- arbetsinstruktioner och formulär relaterade till testning
- provredovisning
- Instruktioner och föreskrifter gällande arbetet till exempel asfaltstnormer, arbetsinstruktioner, Infra-RYL, produktstandarder och nationella riktlinjer för tillämpning av produktstandarder och nödvändig avtalsdokumentation.

Provbokföringen ska innehålla all information som kan användas för att fastställa provets spårbarhet samt gränsen för provningsorganisationens ansvar. Hanteringen av handlingar ska beskrivas i följande tillämpningsområde:

- säkerställa handlingarnas aktualitet
- kontroll av sekretessen för testrapporten (till exempel registrering i pdf-format)
- backup
- arkivering
- arkiverings tid
- förstörelse av handlingar. (PANK ry., 2020).

De flesta företag som verkar i branschen använder sig av en programvara för att sköta denna viktiga del. Man har utvecklat egna programvaror eller använder sig av programvara som utvecklats av It-företag. Grundfunktioner är att man kan mata in data och får utdata enligt behov. Arkiveringen sköts på så vis på ett bra sätt och man har möjlighet att ta ut rapporter samt även exportera till Excel. Exempel på programvara i figur 1.

Figur 1. Innolims programvara. (InnoLIMS, 2022).

### 3.5 Utrymmen och miljöförhållanden

Laboratorieorganisationen ska ha lokaler som är lämpliga för att genomföra provningar och som är säkra att arbeta i. Organisationen ska ha en procedur för att säkerställa att man även på andra platser än i ett fast laboratorium, som till exempel i en mobil laboratorievagn eller i en bil, uppfyller kraven på testmiljö och förhållanden. Förfarandet kan till exempel vara en lista över saker och åtgärder som ska kontrolleras. (PANK ry., 2020).

### 3.6 Utrustning

Laboratorieorganisationen ska ha ändamålsenlig utrustning som krävs och de bör inspekteras och kalibreras på rätt sätt. Utrustningen bör individualiseras och katalogiseras.

Underhåll och kalibrering av utrustning bör planeras och instrueras med beaktande av krav på metoder och standarder. Vid undantag från dessa krav skall undantagsförfarandet beskrivas och motiveras skriftligen. Instruktioner för underhåll och kalibrering ska ta hänsyn till instrumentens och utrustningens användningsändamål, behov av kalibrering osv. Kalibreringar, inspektioner och betydande åtgärder ska dokumenteras.

Dokumenteringen ska ange anordning, tid, upphovsman, driftsätt, mätresultat och vad eller med vilken inspektion eller kalibrering mätresultatet har jämförts och om resultatet av kalibreringen eller inspektionen är godtagbara samt eventuella korrigerande åtgärder. (PANK ry., 2020).

### 3.7 Godkända metoder

Laboratorieorganisationen måste ha en platsspecifik uppdaterad lista vid varje plats på vilka PANK-godkända metoder utförs. Listan ska visa vilken version av metoden som används och datum för introduktion. Om organisationen avviker från metodintroduktionen, måste det beskrivas och motiveras skriftligen.

Vid genomförandet av en ny eller sällan förekommande metod ska organisationen dokumentera att kraven för PANK- godkännande är uppfyllda och säkerställa resultatets jämförbarhet.

Organisationen får använda sig av underentreprenad men vid användande av underentreprenad skall det informeras. (PANK ry., 2020).

### 3.8 Kvalitetssäkring av metoder

Laboratorieorganisationen måste säkerställa kvaliteten på testverksamheten och resultatens jämförbarhet före godkännande för de metoder som omfattas. Verifieringsmetoder bör väljas baserat på testets karaktär.

En kvalitetssäkringsplan ska upprättas för metoderna, som beskriver säkringsmetoderna, deras implementeringsfrekvens och gränsvärden. Acceptanskriterierna kan baseras på de som presenteras i teststandarderna till repeterbarhets- och repeterbarhetsvärdena eller till de gränsvärden som definieras av organisationen själv.

Verifieringen ska ta hänsyn till avbrott i provning, förändringar i personal och provningsutrustning. Kvalitetssäkringsresultaten ska registreras och resultatet utvärderas.

Några exempel på kvalitetssäkringsåtgärder som borde förekomma:

- jämförelse av resultaten med varandra och/eller med sannolika värden
- testning av parallella prover i eget laboratorium, minst två jämförelsetester under säsongen
- jämförelsetest med ett annat laboratorium eller organisation.
- deltagande i jämförelsetester koordinerade av PANK ry
- kontroll av fakturaleveranser
- manuell kontroll av datorprogram

– deltagande i ett jämförelsetesttillfälle anordnat av tex. kunder.

Dessutom rekommenderas följande testmetoder att genomgå ett referenstest en gång om året med ett annat laboratorium:

– kornstorlek

– bestämning av planhet

– kulkvarn

– LA-klass

– bindemedelsinnehåll

– täthet

– massadensitet.

För andra metoder rekommenderas ett jämförande test med ett annat laboratorium minst vart tredje år. (PANK ry., 2020).

### **3.9 Provtagning**

Laboratorieorganisationen ska ha anvisningar om provtagning och upprättande av en provtagningsplan om det gör provtagning av ämnen, material eller produkter.

Organisationen kan bara svara för tillförlitligheten hos de prover som den själv har tagit enligt standarderna eller i enlighet med deras instruktioner. Om beställaren ger en icke-standardiserad instruktion om provtagning och hantering skall det registreras i provregistret och även nämnas i rapporten.

### **3.10 Rapportering av resultat**

En rapport ska göras för provningen. Rapporten ska presentera allt det som krävs i standarden, samt den information som behövs för tolkningen av resultatet och spårbarheten av uppgifterna. Med kunden man kan komma överens om att redovisa resultaten i förenklad form, men den information som inte har redovisats ska vara lättillgänglig för kunden från det laboratorium som utfört testet.

Innehållet i rapporten:

- laboratorieorganisationens namn och plats
- sidnummer och totalt antal sidor
- beställare
- providentifierare
- exempelinformation
- information relaterad till provtagning, t.ex. provtagare
- tidpunkt för testning
- identifierare av testmetod
- resultat på det sätt och den noggrannhet som standarden kräver
- testutförare, om det är någon annan än undertecknad
- ange att resultatet endast gäller det analyserade provet
- distribution av testrapporten
- underskrift och namnförtydligande.

Laboratorieorganisationen måste anges i rapporterna samt att de utför tester som PANK-godkända "PANK-godkänd testorganisation". (PANK ry., 2020).

I figur 2 exempel på asfaltprovrapport från företaget Mitta OY vilket fungerar som PANK-godkänd organisation.

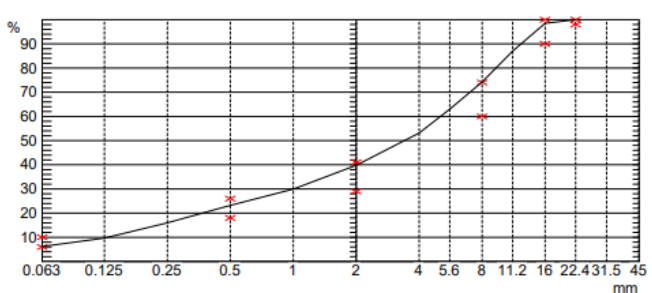
**MASSANÄYTETUTKIMUS**

Urakoitsija	Sundström Ab	Massa	AB 16
Koneasema	Lepplax	Resepti	1613
Paikkakunta	Pietarsaari	Urakka	
Lisätieto	RC 30%		

Näytelunnus	43A	Seulat	mm	Ohjealue	min	max	Läpäisy	%
Massatyyppi	Massanäyte lavalta	22.4	98	100	100			
Näytteenottoaika	17.10.2022	16	90	100	99			
Näytteenottoaika	09:00	11.2						87
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama	8	60	74	74			63
Näytteenotin	-	5.6						53
Näytteenottaja	Asiakas	4						40
OCL	C	2	29	41	40			30
Sideseinipitoisuus	5.66 [5.1 - 6.1]	1						23
Lämpötila [°C]	175 [-]	0.5	18	26	23			16
		0.25						10
		0.125						6.2
		0.063	6.0	10.0	6.2			


\* Poikkeaa ohjeesta

Huomi! Testausoloskokea ilmoitetaan testattua näytettä.

— x Ohjeavot — Näyte 43A

Jakelu	
--------	--

Päiväys 19.10.2022 Allekirjoitus  Koski-Vähälä Jari

PL 157  
00521 Helsinki  
Puhelin 08 5356 000  
etunimi.sukunimi@mitta.fi

Asiainfo: 190428-002-3.7.0.293 (C) Mitta Oy

Figur 2. Exempel på provrapport.

### 3.11 Arbetssäkerhet

Testorganisationen bör ha säkra arbetsförhållanden. Säkerhetsrisker i samband med arbete ska identifieras och bedömas, nödvändiga åtgärder planeras och genomförs för att förbättra arbetssäkerheten. De vanligaste riskfaktorerna i ett laboratorium är buller, damm, höga temperaturer, farliga ämnen, protagningsförhållande samt brandrisken. (PANK ry., 2020).

### 3.12 Förbättring av verksamheten

Laboratorieorganisationen bör sträva efter att förbättra sin verksamhet. Verksamheten kan förbättras genom att ha ständig uppföljning av störningar. Utvecklingsförslag som kommer fram genom intern och extern feedback skall gås igenom noggrant vid möten. Vid problem gör man alltid korrigeringar och använder sig alltid av förebyggande åtgärder. (PANK ry., 2020).

## 4 Bitumen

I detta kapitel förklaras först allmänt om bindemedlet bitumen. Bitumens hårdhet kan undersökas på flera olika sätt. Vanligaste metoden är penetrationsmetoden vilken förklaras för läsaren i detta kapitel.

Bitumen i gammal asfalt föråldras. I slutdelen av kapitlet förklaras mera ingående om problemen med detta. Man förklarar vad som händer med bitumen när den föråldras samt på vilket sätt man kan åtgärda problemen.

### 4.1 Allmänt bitumen

Termen bitumen syftar på ett ämne som produceras genom destillation av råolja där man tar bort lättare råoljekomponenter som bensin och diesel och lämnar det tyngre bitumenet kvar. Bitumen är känt för sina vattentäta och vidhäftande egenskaper och används ofta i byggbranschen, särskilt för vägar och motorvägar. Bitumen är en biprodukt av råolja. Den består av komplexa kolväten och innehåller element som kalcium, järn, svavel och syre. Kvaliteten på materialet och produktionen beror på källan och typen av råolja som den härrör sig från. Det användes först för sina naturliga vidhäftnings- och vattentäta egenskaper, vilket hjälpte till att binda samman byggmaterial och för att täta skeppsbottnar.

Bitumen kan deformeras permanent under tung belastning. kontinuerligt tryck på materialet kan resultera i sprickbildning. Det oxiderar, vilket kan göra asfalten skör. Hur dess form påverkas beror på några saker, inklusive asfaltblandningens sammansättning och omgivningstemperaturen.

Som nämnts ovan produceras bitumen inte bara genom destillering av råolja, det är också en naturligt förekommande produkt. Termen används också för att hänvisa till oljesand eller delvis konsoliderad sandsten som innehåller en naturligt förekommande blandning av sand, lera och vatten som är mättad med en tät och extremt trögflytande form av petroleum. (Investopedia, 2022).

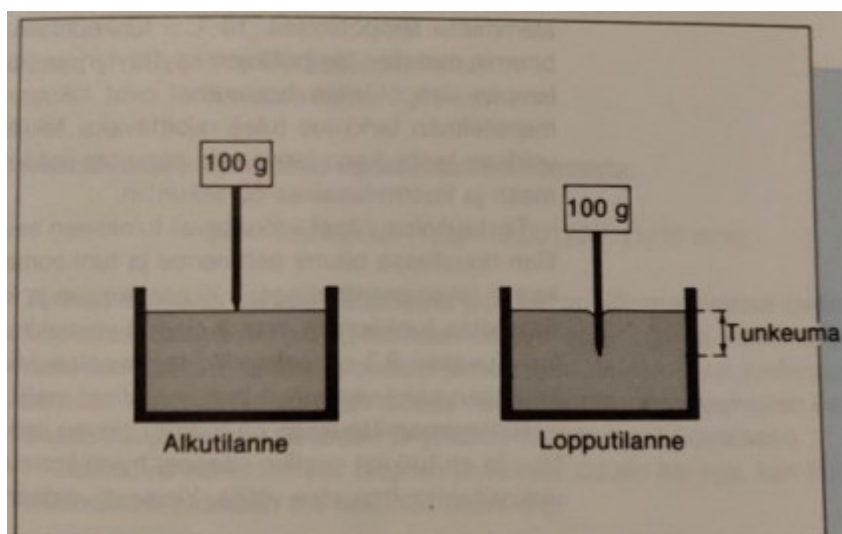
Bitumen som används i asfaltbeläggning skall uppfylla produktstandarden SFS-EN 12591 och dess kvalitetskrav. Vägbitumen delas in i tre grupper; vägbitumen (penetrations-område 20–220 (0,1mm)), mjuk vägbitumen (penetrations-område 250–900 (0,1mm)), och viskositetsklassad bitumen(V1500-V3000). (PANK ry, 2017).

## 4.2 Bitumens egenskaper

Bitumens egenskaper förändras beroende på temperaturen. Bitumen blir elastiskt vid låga temperaturer. När temperaturen är hög blir bituminet till en vätska. När temperaturen är låg blir den hård och svårbehandlad. (Lehtonen, 2021).

## 4.3 Penetration

Bestämning av bitumens hårdhet kan utföras med penetrationsmetoden som definieras i standarden SFS-EN 1426. Penetration definieras av avstånd vilket, nålen på 100g färdas i bitumen under en viss tid (figur 3). Ju mindre värde man får, desto hårdare är bitumen. Omvänt, ju högre penetrationsvärde, desto mjukare är bitumen. Enheten för penetration är en tiondels millimeter. (Blomberg, 1990).



Figur 3 Penetrationsmetodens förfarande (Blomberg, 1990).

### 4.3.1 Beskrivning av metoden

Innan man påbörjar testet, skall man kontrollera nålhållaren, att den är ren och inte har främmande ämnen på ytan. Man säkerställer att nålen rör sig fritt i hållaren och rengör den med lämpligt lösningsmedel som till exempel xylen. Man ser även till att nålbelastningen är  $(100,00 \pm 0,10)$  g. (SFS-EN 1426, 2015).

Laboratorieprovet ska tas i enlighet med SFS-EN 58 i enlighet med alla försiktighetsåtgärder. När asfaltprovet är kall och fast (figur 4) utförs återvinningen av bitumen enligt SFS-EN 12697-3. Provet värms upp i en ugn till 50–80 °C tills asfalten har

blivit mjuk. Om provet misstänks innehålla vatten ska provet torkas i ugnen tills vikten blir oförändrat vid vägning med en timmes mellanrum.

En viss mängd asfaltmassa tas beroende på typen av asfalt och placeras i tvätt trumman (figur 5) till asfaltanalysatorn. Asfalt analysator löser med hjälp av metylen upp bitumen och separerar bitumen och stenmaterialet. Asfaltens finmaterial samlas i centrifugen (figur 6) och större stenmaterial samlas i trumman (figur 5).



**Figur 4** Asfaltprov som tagits av massabil.



**Figur 5.** Trumma för asfaltanalysator



**Figur 6.** Sentrifug för asfaltanalysator.

Bitumenprovet tas från asfaltanalysatorn. Metylen som används som lösningsmedel i analysatorn löser upp bitumen och det tas tillvara från ventilen enligt figur 8. Följande steg

är att destillera blandningen så att man skiljer åt bitumen och lösningsmedlet metylen. Destilleringen sker med en destilleringsapparat enligt figur 7. Detta leder till att man får en undersökningsbar bitumen. (Intervju med Sami Similä vid Mitta Oy, 26.9.2022)



**Figur 7. Destilleringsapparat Rotavapor R-300. (BUCHI, 2022).**



**Figur 8** Asfaltanalysator.

Bitumenprovet värms försiktigt tills provet har blivit flytande. Provet hålls i testbehållaren så att nålen inte kommer närmare än 10 mm från botten under mätningen. Provet får svalna i rumstemperatur i cirka 1,5–2 timmar. Efter kylning placeras testkärlet och överföringskärlet i ett vattenbad med en temperatur på  $25 \pm 0,1$  °C. Provet och behållaren lämnas för att hårdna i ett vattenbad i 1,5–2 timmar. (SFS-EN 1426, 2015).

Testkärlet flyttas från vattenbadet, där det finns så mycket vatten att testkärlet är helt täckt. Man flyttar testkärlet från vattenbadet under nålen på penetrationsanordningen enligt figur 9. Mätningen påbörjas senast en minut efter att behållaren tagits ur vattenbadet. Provbehållaren placeras på plats och nålen sänks långsamt tills spetsen precis vidrör provets yta. Enheten är inställd på en tid för fritt fall på  $5 \pm 0,1$  sekunder och man har mätaren inställd på noll. Kolven i vilken nålen är fäst frigörs från anordningen. Nålen penetrerar provet. (SFS-EN 1426, 2015).



**Figur 9. Penetrationsanordning. (Matest, 2022).**

Efter att ha sänkt nålen mäts penetrationslängden. Penetration mäts med en avståndsmätare som anger penetrationsdjupet i millimeter. Resultatet registreras efter varje test. Nålen lyfts försiktigt ut ur provet och rengörs så att nålen är helt ren. Testet upprepas minst tre gånger och samtidigt säkerställs att provpunkterna är minst 10 mm från behållarens sidor och minst 10 mm från varandra. Varje test görs med en ny, ren nål. Slutligen beräknas medelvärdet av penetrationerna och slutresultatet erhålls. Vid behov kan de två innersta nålarna avlägsnas utan att ytan på bitumenprovet störs. Resultatet redovisas i 1/10 millimeter. (SFS-EN 1426, 2015).

Om värdena för de tre bestämningarna skiljer sig mer än i följande tabell (tabell 1), görs bestämningen med ett parallellt prov. Om resultatet fortfarande avviker från de tillåtna gränserna, avvisas resultaten och fastställandet görs om från början till slutet. (SFS-EN 1426, 2015).

**Tabell 1. Penetrationsvärdets största tillåtna avvikelser. (SFS-EN 1426, 2015).**

<b>Penetration i 0,1mm</b>	<b>0-49</b>	<b>50-149</b>	<b>150-249</b>	<b>250-</b>
Maximal avvikelse mellan högsta och minsta värde	2	4	6	8

#### 4.4 Asfaltgranulat

Det finns i allmänhet två sätt på vilket man tar till vara gammal asfalt. Man gräver upp eller fräser. I städerna finns en stor mängd infrastruktur som el- och anslutningskablar, fjärrvärme, vatten eller avloppsledningar. Alltid när man åtgärdar något under marknivå så blir man tvungen att riva upp gammal asfaltyta för att komma åt eventuella problem. (Infra ry, 2012).

Den borttagna asfalten samlas in och transporteras till närmaste asfaltsstation. Vid asfaltstationen krossas gamla asfalten till granulat. Det andra sättet är att man fräser bort det gamla slitlagret så att man kan dra nytt lager. Materialet som kommer från fräsen transporteras till asfaltstationen och kan där oftast användas direkt vid tillverkning av ny. De flesta anläggningar har idag utrustning så att de kan återanvända en viss procent vid nyproduktion. Användningen av gammal asfalt har ökat sedan 1970-talet i Finland. Nuvarande storskaliga återvinningsverksamhet har möjliggjorts av stora investeringar i en ny typ av maskiner och anläggningar. Tack vare utvecklingen av metoder kan mycket stora mängder gammal asfalt återanvändas. I vissa fall är till och med mer än hälften av den nya asfalten återanvänd. (Infra ry, 2012).

I asfaltmassans typtestrapport måste man informera om hur stor mängd asfaltgranulat som använts. Största tillåtna mängd som får användas i slitlagret är 50%. I andra bindande lager kan man använda upp till 70%. Ännu större mängder kan användas på vissa ställen enligt beställares föreskrifter där stenmaterialets klasser är An14 eller An19. Om man använder mer än 10 procent så måste den värmas. (PANK ry, 2017) .

Varje gång man krossar granulat vid asfaltstationen så måste man ta två test per hög för att reda ut vilket penetrationsvärde bindemedlet har. (PANK ry, 2017).

Beaktande av asfaltgranulatets bindemedelsegenskaper vid val av tilläggsbitumen vid tillverkning av ny är helt beroende på beställarens krav på slutprodukten.

Bindemedelsblandningen måst uppfylla beställarens krav. Asfaltgranulatets bindemedel kan mjukas upp med olika medel. Om man använder sig av metoden att använda mjukare tilläggsbitumen så räknas tillverkade massans bindemedels penetrationsvärde enligt formel:

$$(a+b) \lg \text{pen}_{\text{mix}} = a \lg \text{pen}_1 + b \lg \text{pen}_2$$

$\text{pen}_{\text{mix}}$  = tillverkningsmassans bindemedels beräknade penetrationsvärde

$\text{pen}_1$  = asfaltgranulatets bindemedels penetrationsvärde

$\text{pen}_2$  = tilläggsbitumens penetrationsvärde

a och b asfaltgranulatets (a) och tilläggsbitumens (b) andel i tillverkningsmassan ( $a+b=1$ ) (PANK ry, 2017).

## 4.5 Föryngringsmedel

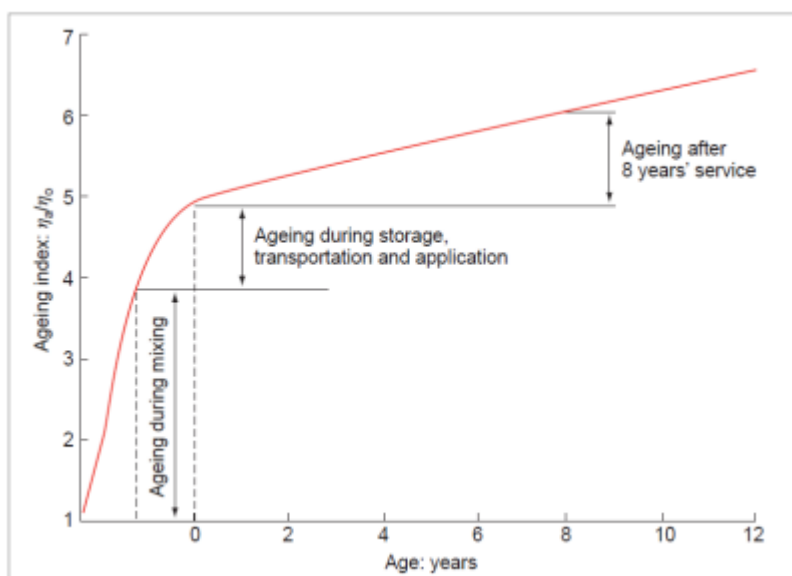
Bitumens hårdnande består av huvudsakligen två processer:

- Hårdnande på grund av avdunstning av flyktiga ämnen vid hög temperatur under blandning, varmförvaring, transport och utläggning.
- Oxidation i produktionsfasen och vid användning under lång tid i den utlagda asfalten.

Långtidsåldringen beror på lufttillgång, temperatur och tid. Stort tomrum i asfaltbeläggningen och höga täcktemperaturer resulterar i snabbare oxidation och åldrande.

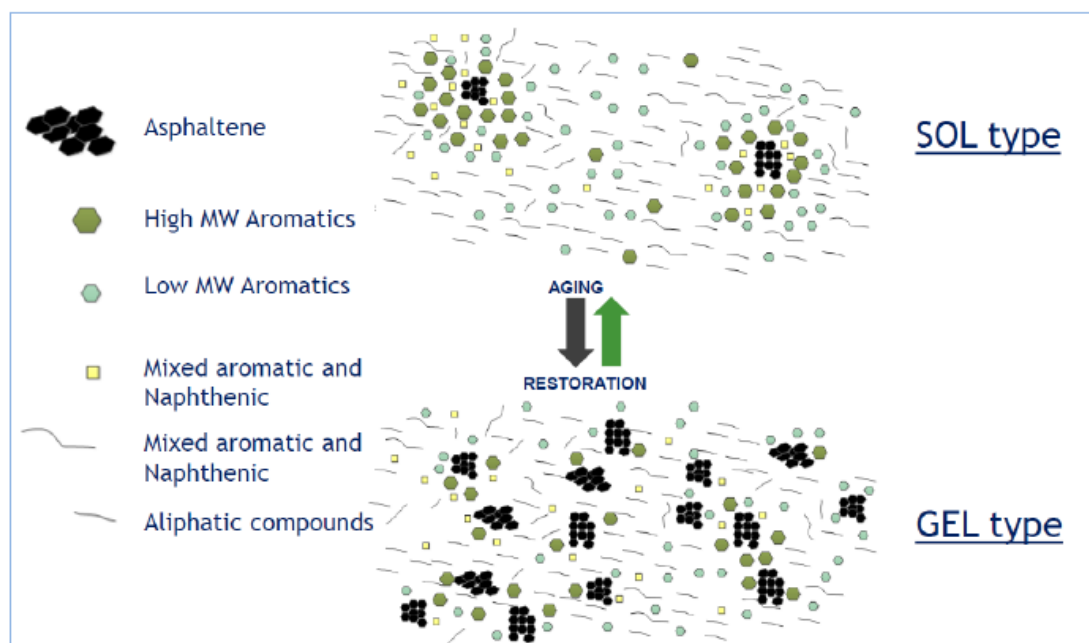
Tunnare bitumenfilm på stenmaterialet på grund av låg bindemedelshalt ger mera hårdnande i produktionsfasen samt snabbare oxidation/åldring i den utlagda asfalten.

Oxidation i användningsfasen anses vara den viktigaste orsaken till åldrande se figur 10. Åldring och oxidation orsakar att molekylvikten hos de kemiska beståndsdelarna i bitumen ökar. De största molekylerna är sammanbundna i asfaltener, som ackumuleras med tiden i kluster och strukturer. Ökande halt av hårda asfaltener och minskande halt av mjukare, mjukgörande komponenter leder så småningom till en hård och spröd bitumen.



Figur 10. Bitumens åldrande. ( Jørgensen och Fiske, 2021).

Förnyngningsmedel är produkter som fungerar som ett tillsatsmedel vilka kan frigöra eller lösa upp kluster av de största molekylerna av asfaltener i åldrad bitumen enligt figur 11. Egenskaper som finns i ny bitumen kan alltså återställas i stor utsträckning.



Figur 11. Förevisning hur förnyngningsmedel återställer “original” (sol-type) tillstånd i åldrad (gel-type) bitumen. ( Jørgensen och Fiske, 2021) .

Föryngringsmedel kan inte vända på oxidationen, men kan återskapa de viskoelastiska egenskaperna i bitumenet.

Föryngringsmedel är oftast oljor med mycket låga viskositetsvärden. El-Tahan (EL-Tahan, 2022) lyfter fram i sin undersökning skillnaderna i viskositeten bland bitumen i returafalt, ny 70/100 bitumen och fyra olika föryngringsmedel. Värdena i figur 12 nedan visar speciellt vilken stor skillnad det är bland föryngringsmedlen och bitumen i returafalt.

Egenskaper hos föryngringsoljor		
Komponenter	Viskositet vid 60 °C	Mjukpunkt
	mPa·s	°C
Returafalt	2 565 484	64,0
TOP	1 061	0,9*
Sylvaroad	22	-59,2*
STORFLUX	36	-45,7*
P18	28	-50,9*
70/100	173 713	47,0

\* Beräknade värden

Figur 12. Skillnaderna i egenskaperna hos returafalten, ny bitumen och föryngringsmedel. (EL-Tahan, 2022).

El-Tahan gjorde test med fyra olika föryngringsmedel i sitt examensarbete. Kraton Chemical tillverkar Sylvaroad som innehåller raffinerad tallolja. STORFLUX är tysktillverkad och baseras på mineraliska returoljor. TOP är Tall Oil Pitch som är en restprodukt från pappersmassaindustri. P18 är ett växtoljebaserat föryngringsmedel under utveckling av ett anonymt bolag. Man kan anta att föryngringsmedlens låga viskositetsvärden bidrar till att bitumen i returafalt mjukas upp och får lägre viskositetsvärden vid tillsättning. (EL-Tahan, 2022).

Användning av föryngringsmedel gör det möjligt att öka återvinnsprocenten utan att det leder till sämre kvalitet på grund av föråldrat bitumen. ( Jørgensen och Fiske, 2021).

Lehtimäki (Lehtimäki, 2012) menar att man har producerat återanvänd asfalt redan en lång tid och det finns massor av undersökningar om det. De vanligaste sätten att mjukgöra massan är att använda sig av mjukare bitumen som tilläggsbitumen eller att använda sig av föryngringsmedel som på ett eller annat sätt tillsätts i gamla asfalten.

Hittills har man i Finland använt metoden att använda mjukare bitumen som tilläggsbitumen och på så vis få en slutprodukt som klarar kraven. Först när asfaltnormerna kom ut år 2011 så fanns det med att man måste få en slutprodukt som uppfyller krav för ny asfalt trots att man använder gammal vid tillverkning. Där fanns också beräkningsmetoderna hur man beräknar vilken tilläggsbitumen som skall användas, vilket nämndes tidigare i arbetet.

Eftersom det inte hittills har funnits krav på att använda oljebaserade föryngringsmedel så finns det inte så mycket forsknings- och undersökningsmaterial i detta ämne. Vid användning av små mängder asfaltgranulat så finns det inte något behov av oljebaserat föryngringsmedel men vi går idag mot att använda upp till 100% gammal asfalt vilket leder till ett behov av att hitta metoder som kommer åt problemet med åldrat bitumen. (Lehtimäki, 2012).

## 5 Undersökningar och metoder

Detta kapitel handlar i huvudsak om examensarbetets praktiska del. Man förklarar utförligt vilka undersökningar som utfördes samt vilka metoder som användes. I varje underkapitel redovisas resultaten av de olika arbetsskeden.

### 5.1 Val av programvara

Eftersom dokumentationen och arkiveringen är en viktig del av laboratorieverksamheten så konstaterades i ett tidigt skede att företaget behöver en programvara som är ändamålsenlig. Till att börja med utreddes om man skulle utveckla företagets egna affärsutvecklingssystem *Marto* för att tillämpa också laboratorieverksamheten. Efter diskussion med andra enheter inom bolaget, som utvecklats och skräddarsytt programvaran för egna behov i många år konstaterades att man borde utreda andra alternativ.

Branschfolk från olika organisationer kontaktades för att få reda på vilka andra alternativ som finns på marknaden. Det visade sig att asfaltbranschen är en rätt ovanlig bransch där det enbart finns stora aktörer som oftast utvecklats programvaror för egna behov under många år. Trots allt hittades några företag som tillverkar programvaror för laboratorieverksamhet.

Det visade sig att företaget *Innovatics* som har gjort programvara för framför allt sjukvården sedan år 1986, också hade en programvara *InnoLIMS* som eventuellt skulle passa företagets behov. Försäljare kontaktades men det visade sig att de hade fullt upp och det drog ut på

tiden. Efter en tid ordnades en förevisning via teams där man samtidigt fick tillgång till en demoversion av programvaran.

Demoversionen testades och det konstaterades att användarvänligheten inte var det bästa men det att det uppfyller företagets behov. Det gjordes offertförfrågan på programvaran och det visade sig att de hade flera versioner. Det fanns möjlighet till både direktköp och onlineversion. Eftersom man inte var helt nöjd med programvaran så beslöts att onlineversionen passar företaget bäst i detta skede.

## **5.2 Förberedelse för PANK-Godkännande**

Företaget har idag utrustning och verktyg för tre olika testmetoder. För det första LA-klass enligt SFS-EN 1097-2, för det andra kulkvarn enligt SFS-EN 1097-9 och för det tredje bindemedelsinnehåll och kornstorlek enligt SFS-EN 12697-3. Det gjordes i detta arbete förberedelser för att få dessa metoder PANK-godkända. Programvaran var det viktigaste och med det får man ordnat med all dokumentation, arkivering och rapporter.

Följande skede var att reda ut vilka normer och standarder som gäller dessa metoder och med hjälp av dessa fundera hur man borde utforma arbetsbeskrivningar för varje enskild metod. Tanken var att i första hand ha laboratoriet under samma tak som betongverksamheten men eftersom betongverksamheten såldes till ett annat företag under arbetets gång så uppstod lite frågetecken angående utrymmen. På grund av dessa omständigheter så drog det ut på tiden med olika beslut från ledningen vilket ledde till att dessa förberedelser inte riktigt kom i mål.

## **5.3 Utredning av möjligheter till bitumenundersökning**

Företaget har idag inte all utrustning som krävs för att undersöka bitumen. I detta arbete utfördes en undersökning om det skulle vara ekonomiskt lönsamt att ta med detta i sortimentet. Utredningen började med att ta reda på vad nettopris per prov skulle vara om det gjordes i egen regi.

Antal provtagningar beräknades enligt att företaget har två anläggningar på två olika ställen. Enligt asfaltnormboken som nämnts tidigare skall två prov per krossning tas. På varje plats krossas granulat RC11 och RC16 två gånger per år. Det betyder att företaget borde ta 16 prov per år men eftersom man i framtiden vill veta mera angående föryngringsmedel beräknades det med 25 prov per år.

Priserna grundar sig på prisuppgifter som erhållits av återförsäljare. Under utredningen frågades offert på utrustningen av flera olika återförsäljare för att få en så trovärdig kalkyl som möjligt.

Utrustning som saknas:

Destilleringsutrustning med tillhörande kärl, vakuumpump, kontroller, kylning

	Inköpspris:
Rotavapor R-300	12 800€
Penetrometer grundmodell	2550€
Penetrometer with timer kontroller	4450€
Penetrometer digital	8200€
Penetrometer automatic digital	14 400€
Tillbehör penetrometer	3850€

Beräknat med förmånligaste alternativet skulle inköpspriset på det som saknas vara totalt 19 200 €. Beräknat nettopris per prov enligt figur 13.

<b>Beräkning av nettopris per prov med billigaste alternativet</b>				
	€	år	Antal	totalt
Inköpspris	19 200 €			19 200 €
Avskrivningstakt	3840	5		3 840 €
Arbetsmängd			25	154 €
Tidsåtgång	35		4	140 €
Serviceavgifter	1500		25	60 €
<b>Nettopris per prov</b>				<b>354 €</b>

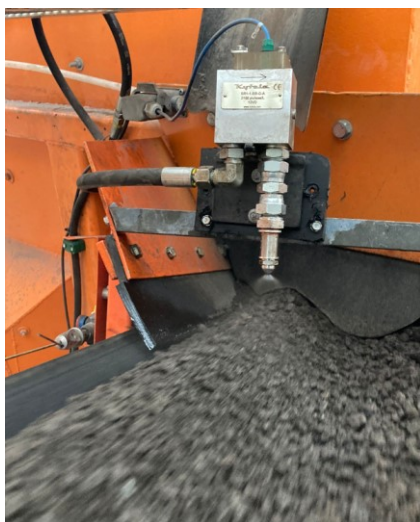
Figur 13. Beräkning nettopris per prov.

Med ett nettopris per prov på 354€ så kan man konstatera att det skulle löna sig att också skaffa utrustning och ta med det i sortimentet. I dagsläget köper företaget tjänsten för 534€ per prov vilket visar tydligt att det borde löna sig.

## 5.4 Test av föryngringsmedel

Eftersom företaget har som mål att öka mängden återvunnen asfalt så gjordes i detta examensarbete ett test av föryngringsmedel. Som tidigare nämnts föråldras bindemedlet och hårdnar vilket blir ett problem vid användande av hög procent asfaltgranulat. En expert inom området kontaktades och det beslöts att man vill testa en produkt med företagets anläggning. Produkten Revive RA som är en biooljebaserad produkt införskaffades för att göra några test.

Man kan använda produkten på flera olika sätt. Man kan använda Reviven för kalla massor, halvvarma och varma. Vid varm tillverkning används det mest genom att spraya på asfaltgranulat vid krossning eller genom att spraya på transporten vid asfaltanläggningen. För att tillsätta produkten införskaffades en varvstyrd pump samt munstycke enligt figur 14. För att hålla koll på flöde och på så vis kunna dosera rätt monterades en display i kontrollrummet enligt figur 15.



Figur 14. Flödesmätare och munstycke.



Figur 15. Display.

Man gjorde tre olika test enligt följande:

1. Föryngringsmedlet sprayades på granulatet vid transporten in till torktrumman när man tillverkade AB11RC30 %. Dosering 0,5 % av andelen bitumen i granulatet.
2. Föryngringsmedlet blandades direkt i granulatet. Dosering 0,5 % av andelen bitumen i granulatet.

3. Föryngringsmedlet blandades direkt i granulatet. Dosering 1 % av andelen bitumen i granulatet.

För att få tillräckligt med jämförelsevärden skickades för analys AB11RC30 % utan föryngringsmedel samt asfaltgranulat RC11 utan föryngringsmedel enligt figur 16.



Figur 16. Testprov som lämnades in för analys.

I detta arbete analyserades bindemedlet endast enligt penetrationsmetoden SFS-EN1426 som presenterades tidigare i arbetet. Testresultaten presenteras i följande tabell 2.

Tabell 2. Tesresultat.

Test	AB11RC30% Utan tillsats	AB11RC30% +0,5%Revive sprayad	RC11 Utan tillsats	RC11 +0,5% Revive blandad	RC11 +1,0% Revive blandad
<b>Penetrationsvärde</b> <b>0,1mm</b>	42	39	27	27	30

Testresultatet blev en stor besvikelse på grund av att det visar att det inte gett något resultat att använda just detta tillsatsmedel i företagets anläggning och i dess asfaltgranulat. Leverantören kontaktades och det kom fram att Reviven fungerar bra på kalla massor och halvvarma men verkar inte gå lika bra vid varmtillverkning. De konstaterade att för en del entreprenörer funkar det men för en del inte. I varje fall konstaterades att man borde ha fått resultat när man blandade medlet i direkt granulatet men inte ens där kunde man finna något resultat.

## **6 Sammandrag av resultat**

Resultatet med detta examensarbete blev inte till alla delar som man hade tänkt från början. I skrivandets stund har man ännu inte fått laboratoriet klart för granskning. Leverantören av programvaran hade i början problem med personalbrist vilket drog ut på tiden innan de presenterade sin programvara. En annan utmaning under arbetet uppstod när Sundström AB OY sålde sin aktiemajoritet i S-betoni vilket ledde till att ledningen måste fundera grundligt på framtiden samt ta nytt beslut angående laboratorietrymmen. Dessa omständigheter ledde till att det drog ut på tiden vilket ledde till att man inte hann som planerat. Trots detta kan man konstatera att man lyckades förbereda laboratoriet så långt att det inte är mycket arbete kvar inför ett PANK-godkännande.

Funderingarna kring att börja med bitumentest tog också ett kliv framåt. Resultatet från kalkyler visar att det skulle bli lönsamt för företaget att ta också med det i sortimentet.

Man kan konstatera att testet med föryngringsmedlet inte gav det resultat man hade tänkt sig. Användning av föryngringsmedel i gammal asfalt visade sig vara mera utmanande än man föreställt sig. Man fick konstatera att man inte kan dra några långtgående slutsatser från resultatet från testen i detta examensarbete. Det konstaterades att det behövs ytterligare utredningar och test av andra leverantörers föryngringsmedel. Resultatet visar tydligt att föryngringsmedlet Revive RA inte lämpar sig för företagets anläggning och förhållanden.

## **7 Sammanfattning och diskussion**

I detta utvecklingsarbete har läsaren fått del av instruktioner om hur ett laboratorium bör gå till väga för att bli godkänd av PANK ry. Läsaren har också fått ta del av teorin kring asfaltens bindemedel vilket är bitumen. Man introducerades också i hur man testar bitumens egenskaper i laboratorium. Teorin kring bitumens åldrande belystes för att läsaren skall

förstå att det finns behov av mera forskning i detta ämne. Resultaten från testen som utfördes visar att ingenting är självklart angående föryngring av bitumen men enligt tidigare forskning så finns det ämnen som kan tillsättas för att komma åt problemet.

Genom arbetet har jag fått en djupare förståelse för asfaltens bindemedel och dess egenskaper. Jag har fått vara med i utvecklingsarbetet i företaget. Eftersom jag jobbat med asfaltproduktion under en tid så har jag bra insyn i asfaltproduktion. Examensarbetet har gjort att jag blivit tvungen att fördjupa mig i asfaltens undersökningsmetoder och på så vis utvecklats i mitt arbete.

## 7.1 Förslag till fortsatt forskning

Man kan konstatera att examensarbetets mål och syften uppnåddes till två punkter, förberedelsen för PANK- godkännande och utredningen kring bitumenprovning. Däremot förblev syftet med föryngringsmedel i asfaltgranulat mycket oklart.

För att komma vidare med föryngringsmedlet så krävs ytterligare utredning och forskning. Förslaget till fortsatt forskning skulle vara att testa flera olika tillverkares tillsatsmedel och på så vis söka efter det som fungerar samt passar företagets anläggning och förhållande.

## 8 Källförteckning

Jørgensen och Fiske. (09 2021). *KFA rejunevatorprosjekt*. Norge: Statens vegvesen.

Hämtat från

<https://www.asfaltgjenvinning.no/resources/files/rapporter/734-KFA-rejuvenatorprosjekt.pdf>

Blomberg, T. (1990). *Bitumit*. Helsingfors: Rakentajan kustannus.

BUCHI. (2022). Hämtat från

<https://www.buchi.com/en/products/instruments/rotavapor-r-300>

EL-Tahan, M. (2022). *Undersökning av växtoljor som föryngringsmedel och ersättning för bitumen vid återvinning av asfalt*. Lund.

Infra ry. (2012). *Uusioasfaltti*. Hämtat från

<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/uusioasfalttiesite.pdf>

InnoLIMS. (2022). Hämtat från

<https://www3.innolims.fi/sundstrom/sisainen/puunayte.aspx>

Investopedia. (den 20 07 2022). Hämtat från

<https://www.investopedia.com/terms/b/bitumen.asp>

Lehtimäki, H. (2012).

Lehtonen, J. (2021).

*Matest.* (2022). Hämtat från <https://www.matest.com/en/product/b056-kit-standard-dial-penetrometer>

PANK ry. (2017). *PANK ry 2017*. Helsingfors: PANK ry: PANK ry.

*PANK ry.* (2020). Hämtat från [https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/06/TR-10\\_2020-PANK-hyvaksynta.pdf](https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/06/TR-10_2020-PANK-hyvaksynta.pdf)

SFS-EN 1426. (2015). *SFS-EN 1426*. Hämtat från <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/382882.html.stx>

## Bilaga 1 Sammanställning av prisuppgifter på utrustning

<b>Laboratorieutrustning för undersökningsmetoden i enlighet med SFS-EN1426,2015</b>			
<b>Fabrikat Infratest</b>			
Modell 20-2050 är deras enklaste modell. Modell 20-2065 har ersatts av 20-20660.			
Modell 20-20670 är också en relativt ny modell, helautomatisk med touch screen, den fungerar bra även vid mjuka bitumen.			
<b>Penetrationsanordning</b>			
20-2050	Penetrometer		2 550,00 €
20-2060	Penetrometer with Timer Controller		4 450,00 €
20-20665	Digital Penetrometer		8 200,00 €
20-20670	Automatic Digital Penetrometer		14 400,00 €
<b>Tillbehör</b>			
20-20700	Penetration Needle 2,5 g / 3 mm		125,00 €
20-20711	Penetration Needle 2,5 g / 3,2 mm magnetic		155,00 €
20-2074	Penetration Water Bath 160 mm dia.		320,00 €
20-2076	Penetration Water Bath 160 mm dia.		450,00 €
20-2078	Perforated Base Plate		370,00 €
20-2084	Penetration Container 55 mm dia.		35,00 €
20-2086	Penetration Container 55 mm dia.		35,00 €
20-2087	Penetration Container 55 mm dia.		65,00 €
20-2088	Penetration Container 70 mm dia.		45,00 €
20-2089	Penetration Container 70 mm dia.		45,00 €
20-2090	Penetration Preheating Bath		2 250,00 €
20-2090E1	Cooling Coil for 20-2090		440,00 €
<b>Totalt</b>			<b>3 850,00 €</b>
<b>Fabrikat Matest</b>			
B059M	SMARTIP, AUTOMATIC BITUMEN PENETROMETER, MATEST MADE		73 500,00 €
B058	THERMOSTATICALLY CONTROLLED WATER BATH		12 500,00 €
B058-01	WATER BATH DISH WITH COIL		185,00 €
B058M	DIGITAL COOLING/HEATING WATER BATH		1 880,00 €
B059M-11	TEMPERATURE PROBE PT100		250,00 €
B057-03	TRANSFER DISH		55,00 €
B057-04	WEIGHT 50 GR,		15,00 €
B057-04N	WEIGHT 50 GR, TO STANDARDS		20,00 €
B057-05	WEIGHT 100 GR		15,00 €
B057-05N	WEIGHT 100 GR TO STANDARDS		25,00 €
B057-06	PENETRATION NEEDLE, UKAS VERIFIED		180,00 €
B057-07	PENETRATION NEEDLE, HARDENED, VERIFIED		65,00 €
B057-07L	NEEDLE, HARDENED, VERIFIED, LONGER MODEL		70,00 €
B057-08	THERMOMETER IP 38 C - MERCURY		65,00 €
B057-08A	THERMOMETER IP 38 C - ALCOHOL		145,00 €
<b>Totalt</b>			<b>15 470,00 €</b>
<b>Destileringsutrustning</b>			
Rotavapor R 300			12 800,00 €

## Bilaga 2 Beräkning av nettopris per prov

<b>Beräkning av nettopris per prov med billigaste alternativet</b>				
	€	år	Antal	totalt
Inköpspris	19 200 €			19 200 €
Avskrivningstakt	3840	5		3 840 €
Arbetsmängd			25	154 €
Tidsåtgång	35		4	140 €
Serviceavgifter	1500		25	60 €
<b>Nettopris per prov</b>				<b>354 €</b>
<b>Beräkning av nettopris per prov med dyrare penetrometer</b>				
	€	år	Antal	totalt
Inköpspris	21 100 €			21 100 €
Avskrivningstakt	4220	5		4 220 €
Arbetsmängd			25	169 €
Tidsåtgång	35		4	140 €
Serviceavgifter	1500		25	60 €
<b>Nettopris per prov</b>				<b>369 €</b>
<b>Beräkning av nettopris per prov med digital penetrometer</b>				
	€	år	Antal	totalt
Inköpspris	24 850 €			24 850 €
Avskrivningstakt	4970	5		4 970 €
Arbetsmängd			25	199 €
Tidsåtgång	35		4	140 €
Serviceavgifter	1500		25	60 €
<b>Nettopris per prov</b>				<b>399 €</b>
<b>Beräkning av nettopris per prov med billigaste penetrometer samt med termostatisk vattenbad</b>				
	€	år	Antal	totalt
Inköpspris	29 450 €			29 450 €
Avskrivningstakt	5890	5		5 890 €
Arbetsmängd			25	236 €
Tidsåtgång	35		4	140 €
Serviceavgifter	1500		25	60 €
<b>Nettopris per prov</b>				<b>436 €</b>



**Laboratoriopalvelut**

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

**MASSANÄYTETUTKIMUS**

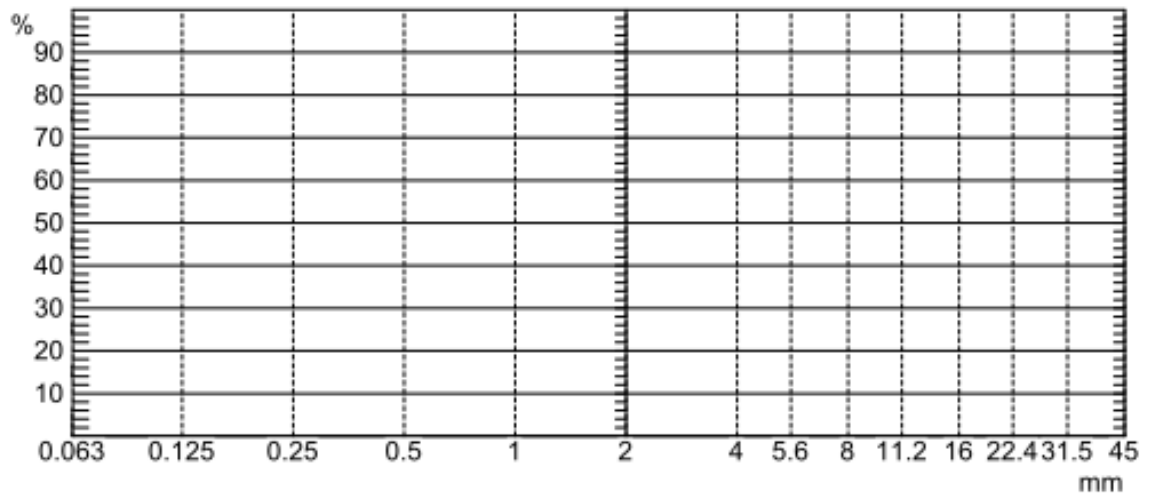
Urakoitsija	Sundströms Oy	Massa	RC 11
Koneasema		Resepti	
Paikkakunta		Urakka	Tunkeumavertailu
Lisätieto			

Näytelunnus	RC 11
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama
Lisätieto	RC 11

Seulat mm	Ohjealue min	Ohjealue max	Läpäisy %
45			

\* Poikkeaa ohjeseulalta

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Tulos	Luokka
Eristetyn sideaineen tunkeuma +25°C (SFS-EN 1426) [ 1/10mm ]	27	



Huom! Testausulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

X Ohjevot

— Näyte RC 11

--

Jakelu	rickard.ostman@sundstroms.fi	tommy.sundstrom@sundstroms.fi
--------	------------------------------	-------------------------------

Päiväys 13.10.2022

Allekirjoitus

*Lili Karjalainen*

Lili Karjalainen

Vantaan keskuslaboratorio  
Riihimiehentie 3  
01720 Vantaa  
etunimi.sukunimi@mitta.fi


**Laboratoriopalvelut**

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

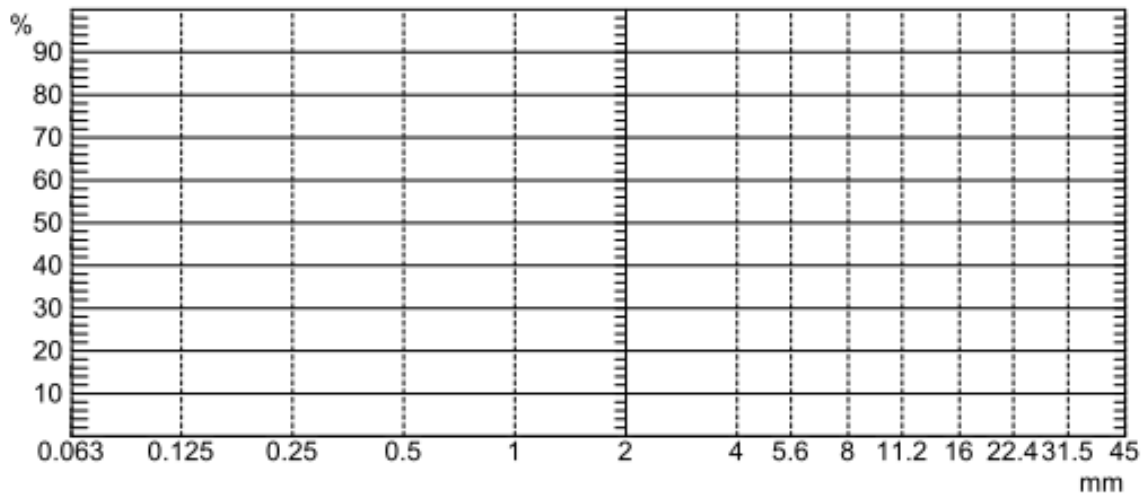
**MASSANÄYTETUTKIMUS**

Urakoitsija	Sundströms Oy	Massa	AB 11
Koneasema		Resepti	
Paikkakunta		Urakka	Tunkeumavertailu
Lisätieto			

Näytetunnus	AB 11 RC 30%, 0,5% Revive/RC Bit	Seulat mm	Ohjealue min	max	Läpäisy %
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama	45			
Lisätieto	AB 11 RC 30%, 0,5% Revive/RC Bit				

\* Poikkeaa ohjeesta

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Tulos	Luokka
Eristetyn sideaineen tunkeuma +25°C (SFS-EN 1426) [ 1/10mm ]	39	



Huom! Testaustulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

x Ohjeavot

— Näyte AB 11 RC 30%, 0,5% Rev

--	--

Jakelu	rickard.ostman@sundstroms.fi	tommy.sundstrom@sundstroms.fi
--------	------------------------------	-------------------------------

Päiväys 14.10.2022

Allekirjoitus

Lili Karjalainen

 Vantaan keskuslaboratorio  
 Riihimiehentie 3  
 01720 Vantaa  
 etunimi.sukunimi@mitta.fi


**MASSANÄYTETUTKIMUS**
**Laboratoriopalvelut**

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

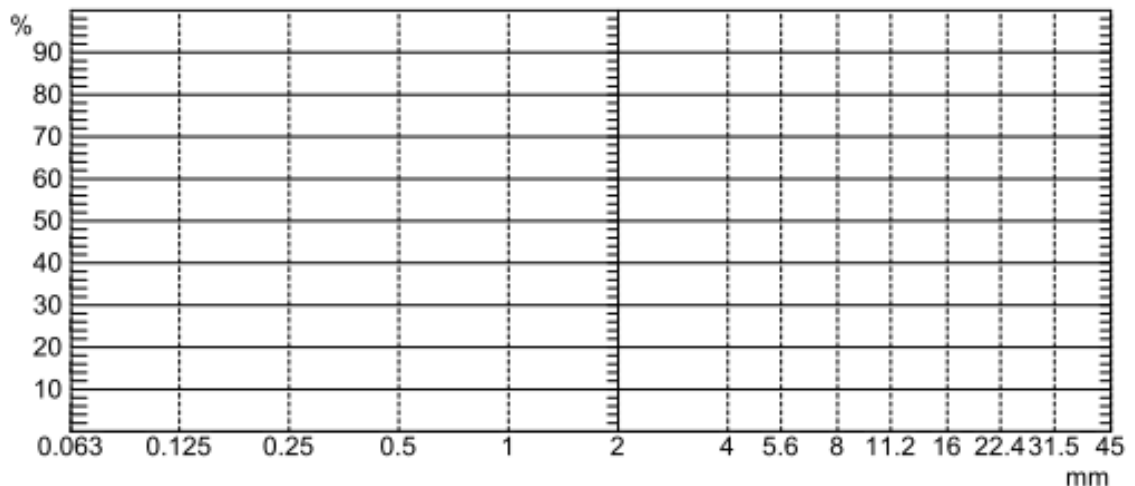
Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

Urakoitsija	Sundströms Oy	Massa	RC 11
Koneasema		Resepti	
Paikkakunta		Urakka	Tunkeumavertailu
Lisätieto			

Näytetunnus	RC 11 0,5% Revive/Bit	Seulat mm	Ohjealue min	max	Läpäisy %
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama	45			
Lisätieto	RC 11 0,5% Revive/Bit				

\* Poikkeaa ohjealueita

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Tulos	Luokka
Eristetyn sideaineen tunkeuma +25°C (SFS-EN 1426) [ 1/10mm ]	27	



Huomi! Testaustulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

X Ohjearvot

— Näyte RC 11 0,5% Revive/Bit

--	--

Jakelu	rickard.ostman@sundstroms.fi	tommy.sundstrom@sundstroms.fi
--------	------------------------------	-------------------------------

Päiväys 13.10.2022

Allekirjoitus

Lili Karjalainen

 Vantaan keskuslaboratorio  
 Riihimiehentie 3  
 01720 Vantaa  
 etunimi.sukunimi@mitta.fi



## MASSANÄYTETUTKIMUS

## Laboratoriopalvelut

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

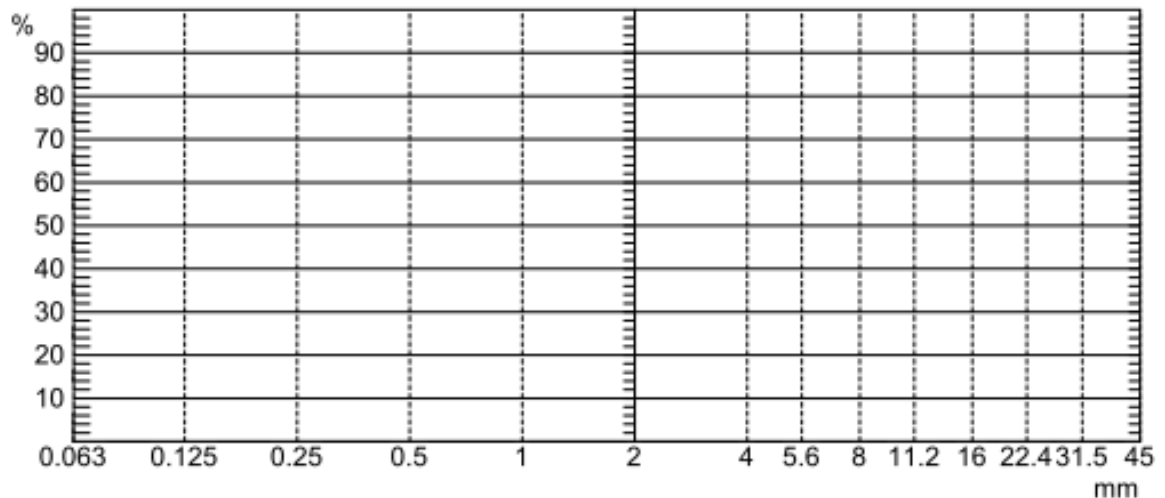
Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

Urakoitsija	Sundströms Oy	Massa	AB 11
Koneasema		Resepti	
Paikkakunta		Urakka	Tunkeumavertailu
Lisätieto			

Näytetunnus	AB 11 RC 30%, ilman Revive	Seulat	Ohjealue	Läpäisy
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama	mm	min	max
Lisätieto	AB 11 RC 30%, ilman revive	45		

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Tulos	Luokka
Eristetyn sideaineen tunkeuma +25°C (SFS-EN 1426) [ 1/10mm ]	42	

\* Poikkeaa ohjeesta



Huomi! Testaustulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

X Ohjeavot

Näyte AB 11 RC 30%, ilman Rev

Jakelu	rickard.ostman@sundstroms.fi	tommy.sundstrom@sundstroms.fi
--------	------------------------------	-------------------------------

Päiväys 13.10.2022

Allekirjoitus

Lili Karjalainen

Vantaan keskuslaboratorio  
Riihimiehentie 3  
01720 Vantaa  
etunimi.sukunimi@mitta.fi


**MASSANÄYTETUTKIMUS**
**Laboratoriopalvelut**

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

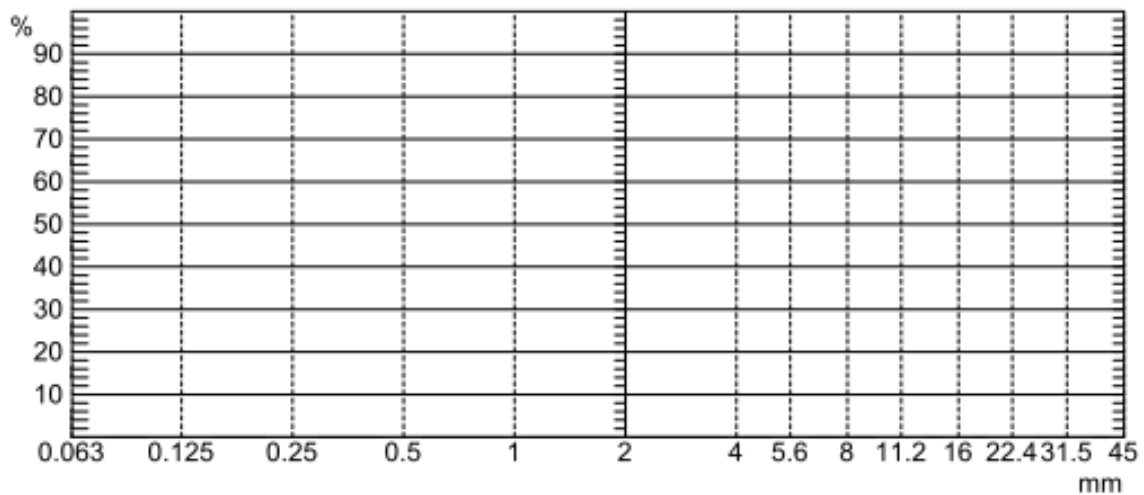
Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

Urakoitsija	Sundströms Oy	Massa	AB 11
Koneasema		Resepti	
Paikkakunta		Urakka	Tunkeumavertailu
Lisätieto			

Näytetunnus	AB 11 RC 30%, 0,5% Revive/RC Bit	Seulat mm	Ohjealue min	max	Läpäisy %
Näytteenottotapa	Asiakkaan ottama	45			
Lisätieto	AB 11 RC 30%, 0,5% Revive/RC Bit				

\* Poikkeaa ohjesuulasta

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Tulos	Luokka
Eristetyn sideaineen tunkeuma +25°C (SFS-EN 1426) [ 1/10mm ]	39	



Huomi! Testaustulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

X Ohjevot

— Näyte AB 11 RC 30%, 0,5% Revive

--

Jakelu	rickard.ostman@sundstroms.fi	tommy.sundstrom@sundstroms.fi
--------	------------------------------	-------------------------------

Päiväys 14.10.2022

Allekirjoitus

Lili Karjalainen

 Vantaan keskuslaboratorio  
 Riihimiehentie 3  
 01720 Vantaa  
 etunimi.sukunimi@mitta.fi



