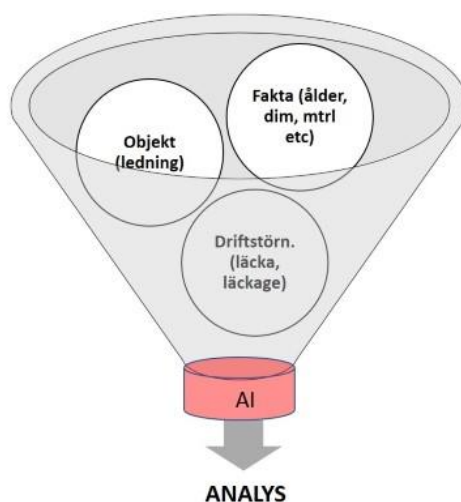


AI-prediktioner i VASS

November 2020 har det tillkommit ett nytt verktyg i VASS som benämns "AI-prediktioner". Verktöget ligger som en flik i menyn högst upp. På sidan är det ett antal steg man går igenom för att få sitt ledningsnät utvärderat.

Denna användarmanual innehåller följande tre delar:

- Om AI-modellen - Hur fungerar och vad beräknar AI-modellen?
- Instruktion för att använda VASS AI-prediktioner vattenledningsnät
- Inspiration - Hur skall du använda resultatet av AI-beräkningen?



VIKTIGT:

Kvaliteten på resultat du får ut från AI-modellen beror på kvaliteten på indata. Svenskt Vatten och teamet kring VASS kan ge support, men varje användare ansvarar för kvalitetssäkring. Varje användare måste alltså värdera och bedöma rimligheten i resultaten – se verktöget som ett stöd i den egna analysen. Använd resultatet som underlag för utredning och dialog med kollegor inom drift och planering.

VASS AI vattenledningsnät är ett verktyg som gjorts tillgängligt baserat på ett utvecklingsarbete inom Stockholm Vatten och Avfall. AI-verktyget är en 'Betaversion', vilket betyder att utveckling pågår och att förbättringar kommer ske baserat på erfarenheter från användare och pågående forskningsprojekt, bl.a. projektet rörANN som drivs av Sweden Water Research.

Svenskt Vatten tar gärna emot synpunkter och förslag till förbättringar!

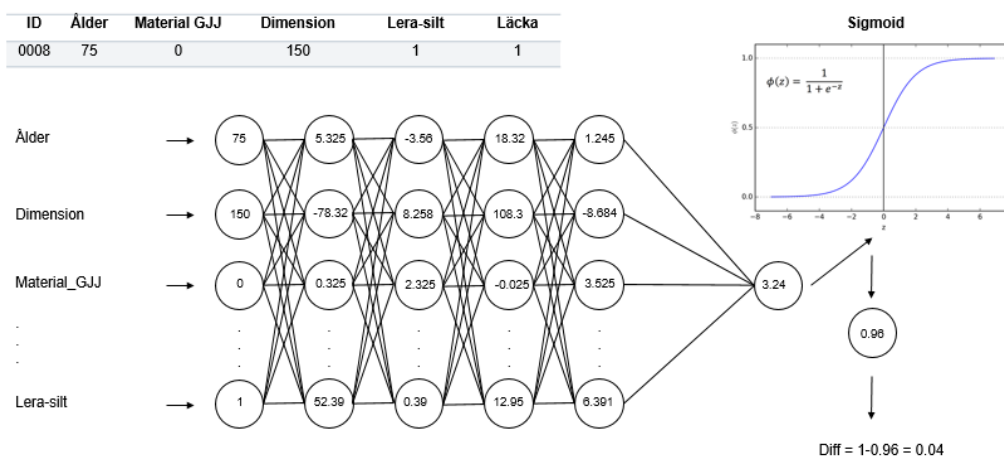
Kontaktperson Svenskt Vatten: Magnus Bäckström
magnus.backstrom@svensktvatten.se

Om AI-modellen - Hur fungerar och vad beräknar AI-modellen?

Den grundläggande idén är att träna en modell på kända data (ledningsattribut med fördefinierad klassificering 1/0 motsvarande läckage ja/nej) och därefter tillämpa denna färdigtränade modell för klassificering av okända data (ledningsattribut utan fördefinierad klassificering).

Modellen som används är ett s.k. ”artificiellt neuralt nätverk” (ANN) – en maskininlärningsalgoritm. Figuren nedan illustrerar konceptet för ANN.

Konceptuellt strävar artificiella neurala nätverk efter att simulera våra egna hjärnors biologiska neurala nätverk. Mer specifikt innebär detta att numerisk indata (ledningsålder, dimension etc.) tilldelas vikter och flödar genom ett eller flera ”lager” (sammankopplade ”neuroner”) där matematisk bearbetning (dels summation av viktad indata, och dels en ”transferfunktion” där summan av indata förstärks eller försvagas) genomförs för att till slut nå ett ”utdatalager” och, i en ”aktiveringsfunktion” (sigmoid i figuren nedan), transformeras till ett värde inom det fördefinierade klassificeringsintervallet (0-1). Denna lagerstruktur gör det möjligt för modellen att, genom ett nästintill oändligt antal flödeskombinationer, identifiera dolda mönster i stora mängder data.



Differensen mellan beräknad utdata för varje ingående ledningsobjekt och de klassificeringsvärden som modellen avser att konvergera mot beräknas m.h.a. en ”förlustfunktion”. Minimering av denna differens sker sedan iterativt i en optimeringsfunktion, där modellens vikter räknas om på ett sådant vis att differensen successivt minskar. Till slut når modellen ett minimum och är då färdigtränad.

Vidare är det viktigt att poängtera att en enskild indataparameter (t.ex. ålder) inte har en specifik påverkan på modellens prediktionsberäkning. Det är kombinationen indataparametrar som avgör, där parameterkombinationer som har hög andel läckage i träningsdatamängden får höga prediktionsvärden och parameterkombinationer med låg andel läckage i träningsdatamängden får låga prediktionsvärden. Ju högre eller lägre dessa läckageandelar är, desto starkare samband. Starkare samband medför högre (närmare 1) respektive lägre (närmare 0) prediktionsvärden. Om andelen ledningar som haft läckage för en viss parameterkombination ligger runt 50 % är sambandet svagt (eller obefintligt), vilket teoretiskt innebär att modellens beräknade prediktionsvärde för dessa ledningsobjekt kommer hamna på 0,5.

Enligt detta resonemang bör prediktionsvärdena tolkas som en konditionsbedömning av inkluderade ledningar. Ju högre prediktionsvärde, desto sämre kondition. Och ju sämre kondition, desto högre risk för läckage. Exakt när detta läckage inträffar förutspår inte modellen.

Och för dig som ogillar fackmannaspråk kan modellens förfarande beskrivas på detta vis:

- Ledningar med historiska läckage tillhör klass 1, ledningar utan historiska läckage tillhör klass 0.
- Om en ledning, i sina attribut, är mer lik ledningar i klass 1 än ledningar i klass 0 kommer den få ett högt prediktionsvärde (och vice versa).
- Ju högre eller lägre prediktionsvärdet är, desto tydligare är likheten med ledningsattributen i respektive klass.
- Generellt gäller alltså att ledningar med höga prediktionsvärden bör ha förhöjd risk för läckage, eftersom de liknar ledningar med tidigare läckage.
- Modellen förutspår inte när läckage kommer inträffa – prediktionsvärdet bör tolkas som en konditionsbedömning (nära 0 innebär god kondition, nära 1 dålig kondition)

Allmänt gäller att felbedömningar givetvis kan göras, då datakvaliteten inte alltid är perfekt samt att det finns parametrar med påverkan på ledningsläckage som inte inkluderas i modellen.

Instruktion för att använda VASS AI-prediktioner

Förberedelse

1. Välj modell -- Välj utvärderingsmodell --

Börja med att välja en modell ur listan med publicerade utvärderingsmodeller. Nu tänds en möjlighet att ladda ner exempelfiler för den valda modellen.

2. Underlagsfil

För att använda sig av tjänsten behöver man förbereda en fil med de ledningsobjekten man vill bedöma. Se hjälpfilen som förklarar de olika inparametrar som förväntas

Det finns 2 olika format att välja på:

[LADDA NER EXCEL](#) [LADDA NER CSV](#)

Ladda ner en av filerna, radera de två exemplraderna och fyll på med egna data. Ladda sen upp den via kontrollen nedan

Det räcker att du laddar ner endera filen. Välj det format som du har lättast att använda. Filerna innehåller exempeldata som ska raderas, innan man fyller på med egna data. Det är viktigt att varken rubriker eller ordning ändras. Se längre ner i dokumentet för en närmare beskrivning av inparametrarna.

Steg 2 behöver inte göras varje gång utan kan hoppas över, när man redan har en fil i rätt format.

Gör utvärderingen

När man har förberett filen med sina ledningsobjekt så är det dags att ladda upp den till VASS för att få den utvärderad.

3. Anropa AI-modellen

Dra och släpp en fil här. Filformat som stöds: .xlsx och .csv Bläddra...

Ladda upp

Efter att du har laddat upp filen sker bedömningen och du får möjlighet att ladda ner en resultatfil via knapparna nedan:

Bläddra fram filen eller dra in och släpp den, från utforskaren. När filnamnet syns i rutan så klickar man på "Ladda upp". Då postas filen och AI-modellen analyserar och utvärderar alla ledningarna.

Ladda hem resultatet

Efter att utvärderingen är klar så tänds nedladdningsknapparna och man får välja i vilket format man vill ladda ner resultatet.

Skulle det visa sig att indatafilen innehåller fel, kan den inte utvärderas. Då får man tillbaka filen i Excel-format och kan se vilka data som behöver korrigeras. Man får då antingen se över sina rutiner för framtagandet av underlaget eller om det rör sig om något enstaka fel, ändra direkt i filen och prova att ladda upp den igen.

Indata med beskrivning

Följande fält behöver skickas in för varje ledning:

Fält	Beskrivning
id	lokal identifierare för ledningsobjektet (både bokstäver och siffror)
year	ledningens anläggningsår
dimension	ledningens dimension (hela mm)
length	ledningens längd (m)
material	ledningsmaterial (se kodlista nedan)
soil	jordart (se kodlista nedan)
zone	växtzon
municipality	Kommunkoden, fyra siffror (om kommunkoden utelämnas, förutsätts att alla ledningar tillhör samma kommun som den användaren som utför utvärderingen i VASS)

Kodlistor

Giltiga värden för ledningsmaterial:

Material	Värde
gråjärn	GRÅ
segjärn	SEG
pe	PE
pvc	PVC
stål	STÅL

Giltiga värden för jordart:

Material	Värde
Älvsediment	GTK1
Moränlera	GTK2
Lera-silt	GTK3
Lera-silt	GTK4
Torv	GTK5
Friktionsjord	FRK
Morän	MN1
Morän	MN2
Morän	MN3
Urberg	B
Fyllning	F
Vatten	V

Giltiga värden för växtzon/odlingszon:

En siffra som anger rätt zontyp. Använd länken nedan om du behöver.

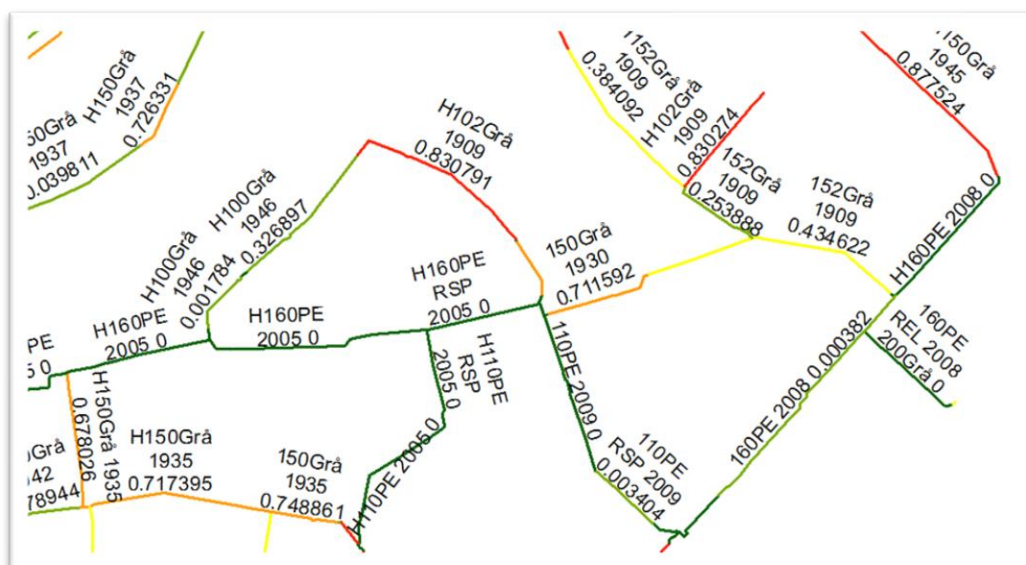
http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkartan.html

Inspiration - Hur skall du använda resultatet av AI-beräkningen?

Underlag för strukturerad läcksökning mm. (underhållsplanering)

Resultatet av AI-beräkningen kan användas till att göra bedömningar av var VA-organisationen kan förvänta sig att läckor upptäcks eller uppstår. Eftersom det redan finns ett antal upptäckta läckor i respektive ledningsnät, så ger alltså modellen en vägledning i var dessa upptäckta läckor kan finnas samt var nya läckor kan inträffa. I första hand rekommenderas därför att VA-organisationen börjar med att aktivt söka läckor på dessa sträckor och områden med hög sannolikhet för nya läckor.

Figur nedan visar hur resultatet från AI-beräkningen kan visas i GIS-miljö, ledningarna har färgats grönt (prediktion 0) till rött (prediktion 1).



I Svenskt Vattens publikation P107 Läcksökning på vattenledningsnät, framgår metoder för läcksökning. Aktiv läcksökning omfattar att kontinuerligt – på daglig basis, arbeta med att hitta läckor och när läckor påträffas, att laga dessa läckor omgående.

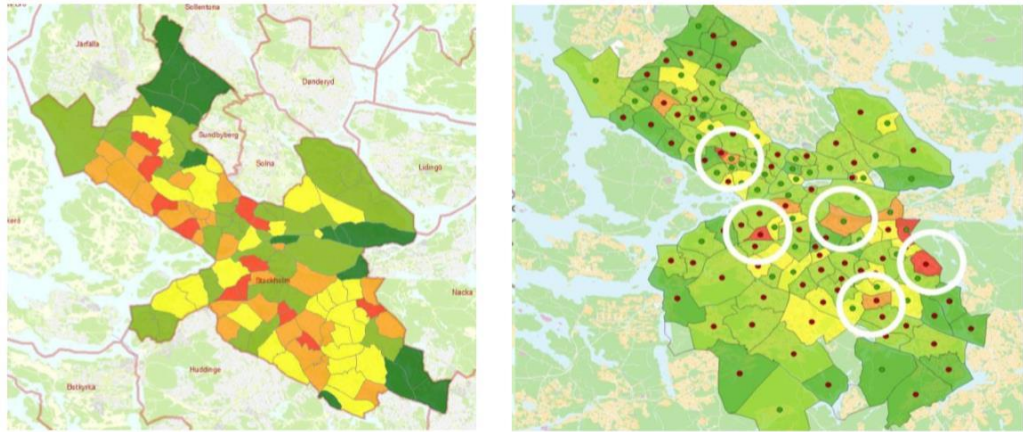
Även resultatet från AI-modellen kan användas som indikator på att det kan finnas läckor i vissa områden eller på vissa ledningar. VA-organisationen kan nu direkt använda lyssningstekniker för att lokalisera läckor. Läcksökning är ett kontinuerligt arbete och det upphör troligtvis aldrig.

Underlag för åtgärdsplanering (förnyelseplanering)

Dessutom kan beräkningen användas som stöd i åtgärdsplaneringen, då ledningsobjekt med höga prediktionsvärden bör prioriteras för förnyelse. Här är det dock viktigt att anmärka att hänsyn givetvis även bör tas till andra faktorer som t.ex. konsekvensbedömning och reinvesteringskostnad.

Figur nedan (vänster kartbild) visar hur man översiktligt kan använda AI-prediktioner för att peka ut delområden i staden som där sannolikhet för vattenläckor är hög (röda områden). Den högra kartbilden visar schematiskt hur man kan 'zooma in' i mindre

delområden och även lägga på fler lager i GIS-analysen för att hitta 5 prioriterade områden för fortsatta åtgärder, exempelvis baserat på verkliga läckor och kända problem i dialog med driftpersonal.



Ofta dras slutsatsen att en ledning med en läcka (eller stor sannolikhet för en läcka, som i denna AI-beräkning) har uppnått sin tekniska livslängd. Detta skulle då betyda att ledningen behöver bytas ut. Risken med detta resonemang är att vi byter ut ledningar som kan fungera i många år framöver och att vi får ökade kostnader vad gäller våra reinvesteringar. En VA-organisation kommer att behöva göra en viss mängd grundreinvestering per år, men det är mycket viktigt att detta sker på ett balanserat vis. Med hjälp av uppskattningar av ledningars livslängdskurvor kan en grov uppskattning göras för att bestämma utvecklingen av reinvesteringsbehovet hos en VA-organisation. Därefter skall VA-organisationen följa utvecklingen av fel, kostnader, tid för akut underhåll och driftstopp, vattenförluster m.m. och genomföra ytterligare analyser för att bestämma exakt vilka ledningar som skall bytas.

Risکانالyser

En annan möjlighet för att arbeta med resultatet av AI-beräkningen är att göra en grov riskanalys. Genom att uppskatta sannolikheten och konsekvensen av en riskhändelse så kan ett riskvärde räknas ut:

Risk = sannolikhet * konsekvens

I detta fall som handlar om vattenläckor kan vi nu använda resultatet från AI-beräkningen för att bestämma sannolikheten för en läcka. Även konsekvensen kan bestämmas i en skala från 0 (missnöje) till 0,5 (ekonomisk skada) till 1 (dödsfall). I ett mycket enkelt exempel används ledningsdiameter för att uppskatta effekten av konsekvensen. Detta resonemang utgår från att i ett rätt dimensionerat ledningsnät bör en större ledning ha en viktigare funktion, samt att det finns större möjligheter till skador vid eventuella haverier eller liknande. Med hjälp av ett GIS-verktyg kan varje enskild ledning i ett ledningsnät nu erhålla ett värde för konsekvensen.

Genom att beräkna sannolikhet * konsekvens erhålls nu ett riskvärde för varje ledning i ledningsnätet. Resultatet kan med fördel visas i en bild med sannolikhet och konsekvens på de olika axlarna och även i en GIS-karta. Arbetet går nu vidare med riskeliminering för de riskhändelser (ledning) som har högst värden.

Det finns också möjligheter att utöka riskberäkningen med fler data. Om det finns GIS-data med till exempel instängda områden kan dessa bidra med fakta om var det finns ökad risk för översvämningar (och ekonomisk skada) i samband med en vattenläcka.

Mer vägledning på gång 2021!

Mer inspiration och resultat kring hur AI-beräkningar kan nyttjas som underlag för planering av underhåll och förnyelse inom VA förväntas komma 2021, via rörANN-projektet som drivs av Sweden Water Research tillsammans med ett antal VA-organisationer.

Mer vägledning kommer även under 2021 via Svenskt Vattens kommande publikationer P113 (Underhåll) och P116 (Förnyelse)