



Träbalkar och trästolpar i utomhusförsök

sammanställning av fuktkvoter och sprickor för åren 2007-2012

Slutrapport



2007



2012

Anna Pousette, Karin Sandberg

Förord

Projektet har finansierats av TCN och SP Trä när det gäller planering och färdigställande av provgården med balkar och stolpar, samt utförande av manuella mätningar en gång varje år under tiden 2007-2012. Under projektets gång har flera detaljstudier utförts, som har publicerats som examensarbeten, rapporter eller artiklar, men det har inte funnits resurser till noggranna analyser av allt data som finns insamlat. Den här rapporten är framförallt en sammanställning av data och hänvisning till publikationer från projektet.

WoodBuild

En del av projektmedlen från TCN:s finansiering av projektet har gått till projektet WoodBuild. Kontinuerliga mätningar av temperatur och fukt som utförts på mindre balkar och stolpar ingår i WoodBuild-projektet och kommer att utvärderas inom ramen för detta, framförallt med avseende på vädrets inverkan på balkarnas och stolparnas fuktkvot och temperatur. Det kan ge bidrag till modeller och ingenjörswerktyg för att beräkna livslängden för träkonstruktioner i utomhusmiljö. Väderdata har erhållits med väderstationer som monterats på provgårdarna.

Sammanfattning och rekommendationer

- **När är det befogat med inklädnad?**

Sammanfattningsvis är det framförallt på sydsidor, och speciellt vid mörka färger som inklädnad är viktig för att undvika sprickor. Uppföljning av sprickbildning i balkar visar att det finns stora skillnader mellan olika träslag/behandlingsmetoder och olika ytbehandlingsmetoder. Sprickmätningarna visade till exempel att balkar av oljad, impregnerad furu hade ungefär 25 gånger större sprickarea på ytan än vitmålad, impregnerad furu efter fem år. Slutsatser av mätningarna är bland annat:

- Röd (mörk) målade impregnerad furu kommer att få mycket sprickor på södra soliga sidan, inte lika mycket på den norra sidan som skyddas mot solljus. Solstrålarna ökar temperaturen på ytan och därmed torkar träet och får sprickor. Dessa balkar bör ha inklädnad på solsidan.
- Oljad impregnerad furu kommer att få många sprickor, mer på den södra sidan, men också många på norra sidan. Den omgivande luftens fuktvariationer påverkar, men även solen har en effekt i viss utsträckning. Dessa balkar bör ha inklädnad på båda sidor.

För bästa skydd och ur estetisk synvinkel bör balksidor kläs in med panel.

- **Korrelation mellan fuktkvot och sprickmängd, dvs. sprickornas betydelse för livslängd beroende på exponering, ytbehandlingsval, m.m.**

Vita balkar var relativt fuktiga och granbalkar var torrast. Båda dessa hade bara lite sprickor. Det finns ingen tydlig korrelation mellan fuktkvot och sprickmängd, men sambanden har inte analyserats närmare. Det har uppmätts fuktkvoter över 25 % i några punkter, som kan utgöra en risk för röta. Orsakerna till dessa fuktkvoter har inte undersökts.

- **Sprickor och fuktkvoter för balkar beroende på balkhöjd, väderstrecksexponering, ytbehandling mm**

Balkhöjd: Fuktkvot skiljer inte över balkhöjden, vid mätning på sommaren var de flesta balkarna något torrare vid ytan över hela balkhöjden.

Väderstreck: Södra sidan spricker mest på balkarna med mycket sprickor.

Material (träslag) och ytbehandling:

- Oljad impregnerad furu har mycket sprickor, mest på södra sidan, men även norra sidan, och sprickbildningen startade från första året.
- Vitmålad impregnerad furu har inte många sprickor, och sprickbildningen startade först efter första året.
- Rödmålad impregnerad furu har betydande uppsprickning på södra sidan, men inte lika mycket på norra sidan. Sprickbildningen startade direkt på södra sidan.
- Rödmålad gran har bara ett fåtal sprickor, och nästan ingen sprickbildning uppstod under de två första åren.

- **Fuktkvoten för en obehandlad limträbalk jämfört med en täckmålad balk.**

Mätningarna visar inte att de obehandlade (oljade, impregnerade) balkarna är torrare eller fuktigare, men de spricker mycket. Obehandlade (oljade, impregnerade) stolparna sprack mest av alla stolpar. Efter fem år är det svårt att säga vilket som håller längst: Impregnerad furu som spricker mycket där vatten kan tränga in, men impregneringen förhindrar röta under

många år, eller gran som inte sprickor så mycket, men som vid uppkomst av en större spricka kan få vatteninträngning som ger röta eftersom den inte skyddas av impregnering. En slutsats man kan dra är att de impregnerade balkarna inte bör målas med mörka kulörer, eftersom de får mycket sprickor som medför att ytbehandlingen inte ger något skydd åt träet. Ommålning rekommenderas inte heller på sprucken yta.

Innehåll

1. Inledning.....	1
1.1 Fältförsök.....	1
1.2 Problemställning.....	2
1.3 Rapporten.....	3
2. Mätobjekt balkar och stolpar	4
2.1 Bygdsiljum	4
2.2 Borås.....	7
3. Metoder för mätning av sprickor	8
3.1 Manuell mätning	8
3.2 Andra metoder	8
4. Metoder för mätning av fuktkvot.....	9
4.1 Fasta mätstift för manuell avläsning	9
4.2 Mätstift i balkar	9
4.3 Mätstift i stolpar.....	9
4.4 Andra metoder	10
5. Sprickutveckling 2007-2012	11
5.1 Sprickutveckling i långa balkar i Bygdsiljum	11
5.2 Sprickutveckling i stolpar i Bygdsiljum	15
6. Fuktkvoter 2007-2012	15
6.1 Långa balkar Bygdsiljum, sammanställning medelfuktkvoter.....	16
6.2 Stolpar Bygdsiljum, sammanställning medelfuktkvoter.....	18
7. Diskussion och slutsatser	21
7.1 Resultat av sprick- och fuktmätningar.....	21
7.2 Utvärdering av mätmetoder.....	23
7.3 Fortsatt arbete.....	23
8. Publikationer från projektet.....	25
9. Referenser	26
Bilaga 1. Balkar H1-H20 Bygdsiljum, fuktkvot vid fasta stift	27
Bilaga 2. Stolpar Bygdsiljum, fuktkvot vid fasta stift	47
Bilaga 3 Sprickutveckling balkar H1-H20	72
Bilaga 4 Sprickutveckling stolpar H21-H55, H91-H97, B1-B5, B11-B15.....	92

1. Inledning

1.1 Fältförsök

För att studera klimatets inverkan på trä i utomhusmiljö och för att ta fram kunskap om sprickbildning och nedbrytning används ett fältförsök. Det startades 2007 då limträbalkar och stolpar av limträ, Comwood och solitt trä placerades på en provgård vid Martinsons anläggning i Bygdsiljum (Pousette & Sandberg, 2007). Dessutom kompletterades försöket 2008 med ett antal mindre balkar och stolpar på SP:s provgård i Borås. I kapitel 2 redovisas samtliga objekt både i Bygdsiljum och i Borås.

Under sommarmånaderna juni-augusti varje år 2008-2012 har mätningar på balkarna och stolparna på provgårdarna utförts av olika studenter som sommarjobb eller examensarbete. De manuella mätningarna har successivt utvecklats och dessutom kompletterats med fotografering och bildbehandlingsmetoder. Dessutom startades kontinuerliga mätningar av väder, temperatur och fukt inom projektet WoodBuild (Sandberg et al, 2012) och kommer att utvärderas inom det projektet, framförallt med avseende på samband mellan klimat och fuktkvot och temperatur i träet.

Insamling av data från utomhusförsöket har pågått under hela projekttiden 2007-2012. Ett antal examensarbeten har också utförts inom projektet, bland annat om E-modulsmätning, bildbehandlingsmetoder och FEM-simuleringar. Projektet och mätningarna samt vissa resultat har också redovisats i några vetenskapliga artiklar, se kapitel 8.

Metoderna för mätning av sprickor har utvecklats under projekttiden. Manuell mätning påverkas av vem som utför den, och riktlinjer för utförandet behövs för att få så korrekta data som möjligt för att kunna göra uppföljningar. Där den manuella mätningen blev för omfattande på balkar med stor uppsprickning, testades olika metoder för att fotografera och bildbehandla ytor med sprickor för att bestämma sprickmängderna. För att bedöma kvalitet, livslängd etc. på ett objektivt sätt behövs bra mätmetoder. Det är också viktigt i framtiden att ha bra metoder till exempel i samband med skadutredningar och garantifrågor.

Omfattningen av utförda mätningar redovisas översiktligt i tabell 1. Alla mätningar har inte utförts alla år och alla provobjekt har inte ingått i alla underökningar av olika praktiska orsaker:

- tomograferingen omfattade bara mindre balkar samt stolpar, som rymdes i tomografen
- E-modulen bestämdes endast för de långa balkarna, som hade tillräcklig längd enligt provningsstandarden SS-EN 408
- manuell sprickmätning blev för tidskrävande för de oljade limträbalkarna efter några år, då mängden sprickor blivit för stor
- fotografering användes i fält för utveckla metod för att kunna komplettera eller ersätta manuella sprickmätningar, och utvecklades under senare år när sprickmängderna ökar.
- väder och resurser har påverkat omfattning och kvalitet på data, samt att olika personer utfört mätningarna, vilket medfört en viss skillnad i omfattning och noggrannhet.

Tabell 1. Översikt mätningar

Mätning	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Manuell sprickmätning		x	x	x	x	x
Fotografering	x			x	x	x
Färgmätning	x	x	x	x	x	x
Tomografering	x				x	
Manuell fuktmätning	x	x	x	x	x	x
Kontinuerlig fuktmätning			x	x	x	x
E-modulmätning	x			x		

1.2 Problemställning

Projektets syfte är att ta fram kunskap om sprickbildning och nedbrytning i trä och därigenom ge underlag för livslängdsbedömningar av träkonstruktioner i utomhusmiljö. Projektet ska bidra till rekommendationer för konstruktionsutformning och för inspektionsanvisningar för utomhuskonstruktioner av trä t.ex. träbroar, träbalkonger och träpelare.

Frågor som fältförsöket med balkar och stolpar skulle kunna svara på är till exempel:

- Under vilka förhållanden uppstår sprickor?
- Vilken sprickmängd kan förväntas?
- Vad är korrelationen mellan fuktkvot och sprickmängd?
- Leder sprickor till högre fuktkvot i materialet jämfört med sprickfritt material?
- Har sprickmängden betydelse för styvhet och hållfasthet?
- Vilken betydelse har sprickor för att fukt ska tränga in och ge röta som kan påverka styvhet och hållfasthet?
- Vilken betydelse har ytbehandlingen för sprickbildningen?
- Hur bör sprickor dokumenteras vid inspektioner?
- Kan man ange när det behövs åtgärder, dvs klassificera sprickors risk för konstruktionen?
- När behövs beklädnader för att skydda konstruktionen mot sprickor eller röta?

Förhållandet mellan sprickor och fuktkvot samt ytbehandlings påverkan på fuktkvoten är intressant för träindustrin att känna till. Man vill veta hur fuktkvoten utvecklas med tiden, samt under vilka förhållanden som till exempel en pelare kan vara utan inklädnad utan att riskera hög fuktkvot och rötskada. Lyktstolpar brukar inte ha inklädnad, bropyloner brukar däremot vanligen utföras med inklädnad. Vad som är lämpligt för t.ex. en pelare under en broplatta är mer oklart. Kontroller av konstruktioner som finns idag med begynnande skador kan ge underlag för bedömningar. I denna rapport prioriteras sambandet mellan sprickor och fuktkvoter, samt ytbehandlingarnas påverkan på fuktkvoten. De viktigaste frågorna är:

- Får balkar och stolpar i utomhusförsöket förhöjda fuktkvoter, och i så fall vad beror det på?
- Påverkas fuktkvoterna av sprickor, ytbehandling, exponering, impregnering eller annat?
- Kan man utifrån försöken bedöma och klassificera risken för rötangrepp?

1.3 Rapporten

Den här rapporten innehåller sammanställningar av mätdata från åren 2007-2012. Insamlat data redovisas med diagram och bilder. Det finns en stor mängd data, och i rapporten är fokus på sprickor och fuktkvoter. Utomhusförsöket har en strukturerad uppbyggnad och systematiska mätningar har utförts, men varierande väderförhållanden kan påverka mätresultaten. Några detaljerade analyseringar inte i rapporten, och det är därför svårt att säkerställa svar och samband för alla frågeställningar. Att visa på tendenser kan dock ange vilka data som kan behöva analyseras mer ingående i fortsatta studier.

2. Mätobjekt balkar och stolpar

I projektet ingick 20 långa balkar, 42 stolpar och 35 mindre balkar som placerades på en provgård i Bygdsiljum, Västerbotten. Dessutom placerades 5 mindre balkar och 10 stolpar på en provgård vid SP i Borås. Balkarna och stolparna monterades på ställningar eller fundament. Balkar och stolpar tillverkades av impregnerad furu eller av gran och ytbehandlades innan utplacering på provgården med olika målningsystem. Dessa var:

Oljad-1: Träolja

Målad-2: Grundolja 1 varv + vit täcklasyr 2 varv

Målad-3: Grundolja 1 varv + röd täcklasyr 2 varv

Målad-4: Grundolja ändträ + grundfärg 1 varv + röd oljefärg 2 varv

2.1 Bygdsiljum

Mätobjektens egenskaper redovisas i tabellerna 2-4.



Figur 1. Långa balkar



Figur 2. Mindre balkar



Figur 3. Räckesstolpar

Tabell 2: Balkar, 20 st

Balk	Dimension	Material ¹	Ytbehandling	Kulör	
B1	H1	140x450-9000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H2	140x450-9000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H3	140x450-9000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H4	140x450-9000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H5	140x450-9000	Furu, impr.	Oljad-1	-
B2	H6	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H7	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H8	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H9	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H10	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
B3	H11	140x450-9000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H12	140x450-9000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H13	140x450-9000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H14	140x450-9000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H15	140x450-9000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
B4	H16	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H17	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H18	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H19	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H20	140x450-9000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)

¹Obs. att i rapporten (2007:35) var material för B3 och B4 fel.

Tabell 3. Stolpar, 42 st

Stolpe	Dimension	Material	Ytbehandling	Kulör	
S1	H21	90x135-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H22	90x135-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H23	90x135-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H24	90x135-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H25	90x135-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
S2	H26	90x135-2000	Gran	Målad-2	Ljus (vit)
	H27	90x135-2000	Gran	Målad-2	Ljus (vit)
	H28	90x135-2000	Gran	Målad-2	Ljus (vit)
	H29	90x135-2000	Gran	Målad-2	Ljus (vit)
	H30	90x135-2000	Gran	Målad-2	Ljus (vit)
S3 (S3-1)	H31	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H32	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H33	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H34	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H35	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
S4	H36	90x135-2000	Gran (ihålig)	Målad-3	Mörk (röd)
	H37	90x135-2000	Gran (ihålig)	Målad-3	Mörk (röd)
	H38	90x135-2000	Gran (ihålig)	Målad-3	Mörk (röd)
	H39	90x135-2000	Gran (ihålig)	Målad-3	Mörk (röd)
	H40	90x135-2000	Gran (ihålig)	Målad-3	Mörk (röd)
S5	H41	400-67-2000	Gran Comwood	Målad-3	Mörk (röd)
	H42	400-67-2000	Gran Comwood	Målad-3	Mörk (röd)
	H43	400-67-2000	Gran Comwood	Målad-3	Mörk (röd)
	H44	400-67-2000	Gran Comwood	Målad-3	Mörk (röd)
	H45	400-67-2000	Gran Comwood	Målad-3	Mörk (röd)
S6	H46	110x110-2000	Quattrolit	Målad-3	Mörk (röd)
	H47	110x110-2000	Quattrolit	Målad-3	Mörk (röd)
	H48	110x110-2000	Quattrolit	Målad-3	Mörk (röd)
	H49	110x110-2000	Quattrolit	Målad-3	Mörk (röd)
	H50	110x110-2000	Quattrolit	Målad-3	Mörk (röd)
S7	H51	100x100-2000	Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	H52	100x100-2000	Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	H53	100x100-2000	Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	H54	100x100-2000	Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	H55	100x100-2000	Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
S3- extra (S3-2)	H91	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H92	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H93	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H94	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H95	90x135-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
Värme- behandl	H96	110x110-2000	Quattrolit Furu?	Oljad-1	-
	H97	110x110-2000	Quattrolit Furu?	Målad-3	Mörk (röd)

Tabell 4. Mindre balkar, 35 st

Balk	Dimension	Material	Ytbehandling	Kulör	
MB1	H56	140x315-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H57	140x315-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H58	140x315-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H59	140x315-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
	H60	140x315-2000	Furu, impr.	Oljad-1	-
MB2	H61	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H62	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H63	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H64	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
	H65	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-2	Ljus (vit)
MB3	H66	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H67	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H68	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H69	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
	H70	140x315-2000	Furu, impr.	Målad-3	Mörk (röd)
MB4	H71	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H72	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H73	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H74	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H75	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
MB5	H76	140x315-2000	Gran	Målad-4	Mörk (röd)
	H77	140x315-2000	Gran	Målad-4	Mörk (röd)
	H78	140x315-2000	Gran	Målad-4	Mörk (röd)
	H79	140x315-2000	Gran	Målad-4	Mörk (röd)
	H80	140x315-2000	Gran	Målad-4	Mörk (röd)
MB6	H81	90x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H82	90x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H83	90x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H84	90x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H85	90x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
MB7	H86	215x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H87	215x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H88	215x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H89	215x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	H90	215x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)

2.2 Borås

Balkar och stolpar i Borås har inga fasta stift för fuktkvotsmätning, utan försågs med givare för kontinuerlig fuktmätning (inom ramen för projektet WoodBuild). Mätobjektens egenskaper redovisas i tabell 5.



Figur 4. Mindre balkar



Figur 5. Mindre balkar och stolpar



Figur 6. Stolpar

Tabell 5. Provobjekt Borås

Balk/Stolpe	Dimension	Material	Ytbehandli ng	Kulör	
MB4- Borås	B 6	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	B7	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	B8	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	B9	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
	B10	140x315-2000	Gran	Målad-3	Mörk (röd)
S7- Borås	B11	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	B12	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	B13	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	B14	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
	B15	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-3	Mörk (röd)
S7Vit- Borås	B1	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-2	Ljus (vit)
	B2	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-2	Ljus (vit)
	B3	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-2	Ljus (vit)
	B4	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-2	Ljus (vit)
	B5	100x100-2000	Furu-Fyrkant	Målad-2	Ljus (vit)

3. Metoder för mätning av sprickor

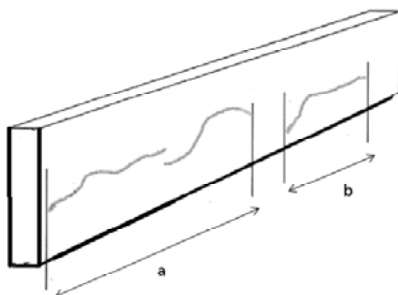
3.1 Manuell mätning

I den här rapporten presentas sprickstorlekar som är uppmätta med manuell mätning. Inom projektet har mätningar utförts varje sommar under juni-augusti. Sprickornas storlek och lägen mäts med bladmått och måttband. Ändpunkter för större sprickor markeras på balken. Sprickdjup anges som största uppmätta djup. Det djup som mäts är det som bladmättet tränger in, men om sprickan böjer av, till exempel längs årsringen inne i träet, så blir uppmätt sprickdjup mindre än det verkliga djupet. Somrarna har haft lite varierande väder, vilket kan ha påverkat mätresultaten, eftersom sprickorna öppnar och sluter sig beroende på fuktigheten, se kapitel 4. Det påverkar framförallt sprickbredden, men det kan också innebära att en del sprickor är helt stängda och inte syns och därmed missas vid mättillfället. Metoderna för sprickmätningen har utvecklats under projektets gång, för att göra så objektiva mätningar som möjligt.

3.2 Andra metoder

Fotografering och bildbehandling kan vara ett alternativ till manuell mätning. Under sommaren 2010 påbörjades försök med fotografering av balkarnas sidor, för att kunna bildbehandla och få fram sprickmängder på ytorna. Utvärdering av detta ingår inte i denna rapport.

I ett examensarbete studerades fördelningsfunktioner för spricklängder (Manninen, 2012). Där användes både manuellt uppmätta sprickdata och sprickdata från fotografering och bildbehandling. Metoderna är inte helt jämförbara. Vid manuell mätning är spricklängden det raka avståndet mellan sprickans ändpunkter som mäts med måttband, se figur 7. Eventuell krökning av sprickan beaktas vanligen inte. Med fotografering och bildbehandlingsmetoden mäts längden genom filtrering och tröskling från foton, "en algoritm" mäter sprickans längd. Eventuellt kan längden mätas från start- till slutpunkt av en spricka även från foton (ingen krökning), eller så bestäms sprickytan för den krökta sprickan med varierande bredd längs sprickan, se figur 8.



Figur 7. Mätning av spricklängd på ytan. Längden är a och b , totala längden är $a+b$. Sprickan a kan mätas som två separata sprickor eller som en spricka. Från examensarbete (Manninen, 2012)



Figur 8. Med fotobaserad mätning mäts spricklängd som S och yta som A_i . Med manuell mätning mäts spricklängd som L och yta som w multiplicerat med L , alltså A_m . Från figuren ser man att (vanligtvis) $S > L$ och $A_m > A_i$. Från examensarbete (Manninen, 2012)

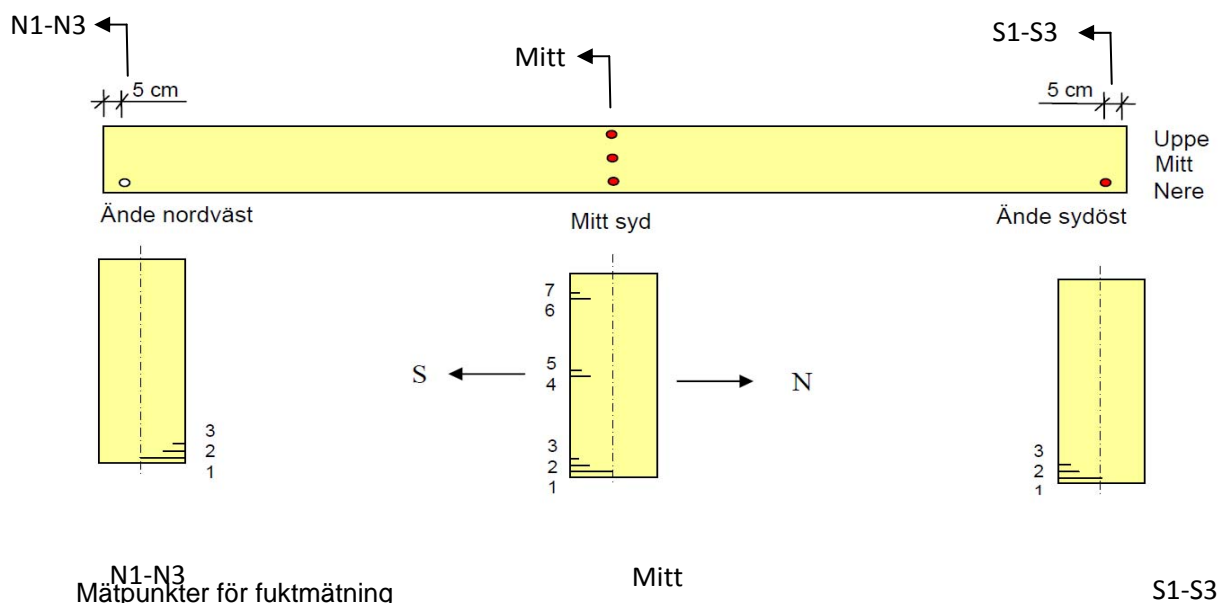
4. Metoder för mätning av fuktkvot

4.1 Fasta mätstift för manuell avläsning

I den här rapporten presentas fuktkvoter som är uppmätta med fasta mätstift. De långa balkarna och stolparna i Bygdsiljum är försedda med fasta mätstift. Det är isolerade spikar, inslagna till olika djup. Manuell avläsning av fuktkvoten har utförts en gång per år på sommaren under juni-augusti.

4.2 Mätstift i balkar

Mätstiften är inslagna till djupen 10 mm (ungefär fuktkvoten vid ytan), 35 mm och 70 mm (fuktkvoten vid balkmitt). Mätstiften monterades i eldosor som placerades vid balkmitt och vid ändar 50 mm från änden. Dosornas placerades enligt figur 9.

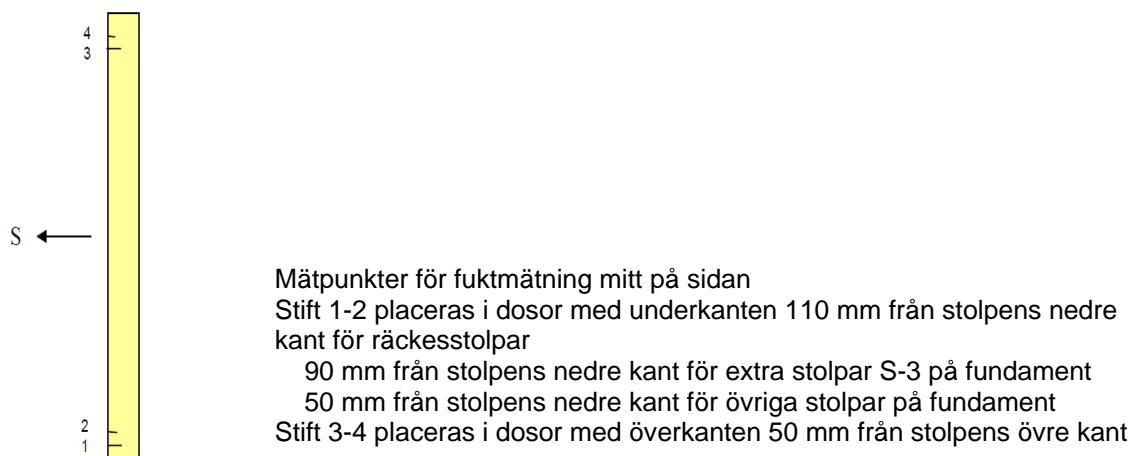


Mätpunkter för fuktmätning
Stift 1-3 placeras i dosor med underkanten 25 mm från balkens nedre kant
Stift 4-5 placeras i dosor med underkanten 190 mm från balkens nedre kant
Stift 6-7 placeras i dosor med underkanten 350 mm från balkens nedre kant

Figur 9. Mätpunkter för manuell mätning av fuktkvot i balkarna

4.3 Mätstift i stolpar

Fuktkvot mäts vid mätstift inslagna till djupet 10 mm och 45 mm. Mätstiften sitter upptill och nedtill på södra sidan, placerade enligt figur 10. De monterades i eldosor som placerades mitt på stolpens sida.



Figur 10. Mätpunkter för manuell mätning av fuktkvot i stolparna

4.4 Andra metoder

Kontinuerlig fuktmätning

Trådlösa fuktgivare monterades på ett antal mindre balkar och stolpar inom projektet WoodBuild. Syftet var att studera bland annat klimatets påverkan på träkonstruktioner, men resultat av dessa mätningar ingår inte i denna rapport.

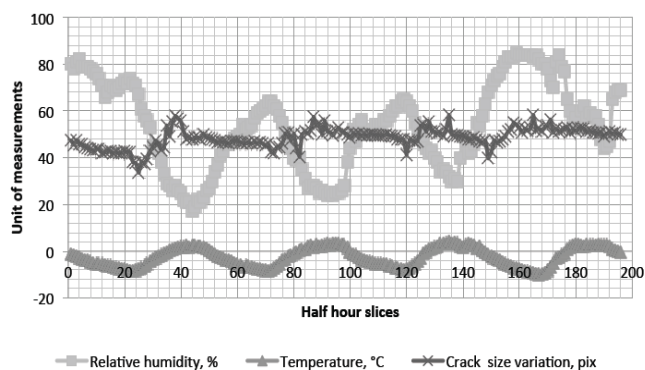
Fuktvandring i sprickor

Tomografering av mindre balkar efter regnväder visade att regn kan ge fuktinträngning i sprickor, men att omfattningen beror på typen av balk och sprickans form. Detta rapporteras i separat artikel.

Sprickor i varierande klimat

En mindre balk ställdes upp så att den södra sidan kunde filmas under tre månader. Man kunde då se att hela balken rörde sig väderförändringar. Man kunde också tydligt se hur sprickorna öppnades och stängdes när de påverkas av sol respektive regn. Detta bör beaktas vid mätning och utvärdering av sprickbredder, eftersom sprickbredden beror på vilket väder som varit under de senaste timmarna innan mätningen.

Att sprickorna minskar eller stängs igen helt vid fuktpåverkan kan ha betydelse för fuktens möjlighet att tränga in i träet. Vatteninträngningen vid regn förhindras när träet blir fuktigt och sväller så att sprickan stängs.



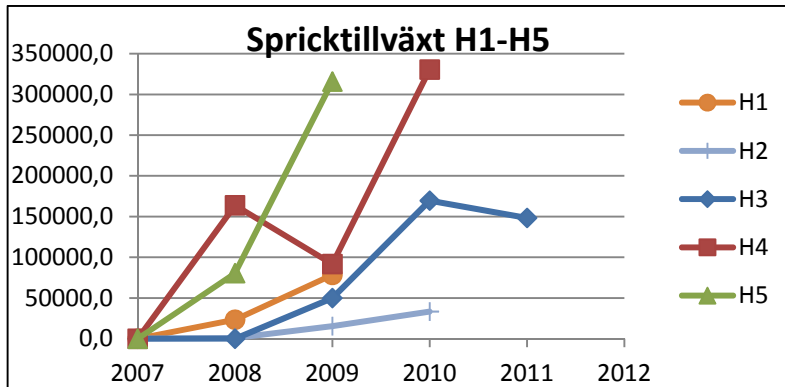
Figur 11. Sprickbreddens variation beroende på temperatur och fuktighet under några dygn, från examensarbete (Vorobyev, 2012).

5. Sprickutveckling 2007-2012

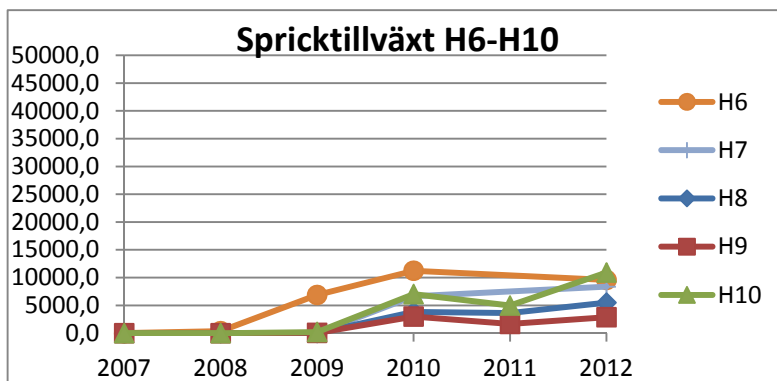
Uppmätta sprickor redovisas för varje balk i diagram i bilaga 3. Exempel på balkarnas utseende år 2012 visas på foton i figurerna 21-24.

5.1 Sprickutveckling i långa balkar i Bygdsiljum

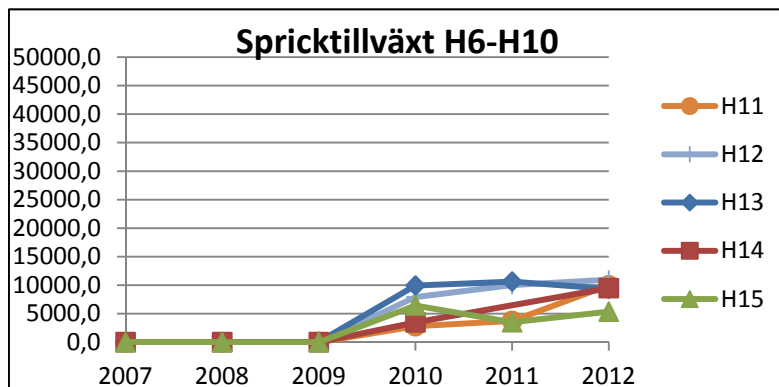
I figurerna 12-15 visas sprickutvecklingen under åren 2007-2012. Observera att det är olika skalor i diagrammen. Vissa år saknas värden då det inte varit möjligt att utföra alla mätningar, speciellt inte på de balkar som haft mest sprickor. I figurerna redovisas sprickarea beräknad som uppmätt längd x bredd för sprickorna. Totala sprickarean av alla sprickor på både syd- och nordsidan redovisas.



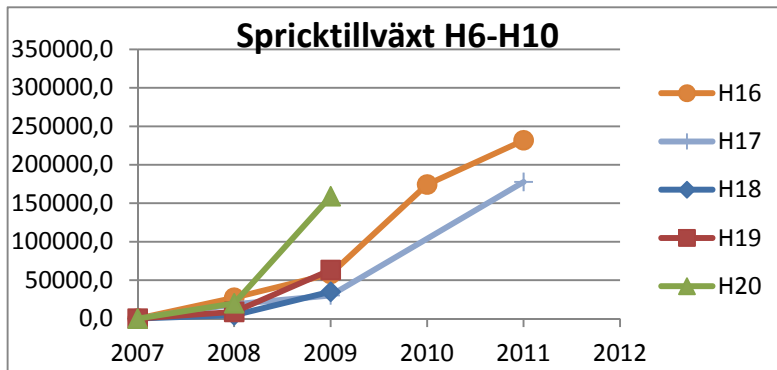
Figur 12. Sprickarea (mm^2) syd+nord, för balkar B1, impregnerad furu, oljad, åren 2007-2012.



Figur 13. Sprickarea (mm^2) syd+nord, för balkar B2, impregnerad furu, målad vit, åren 2007-2012.

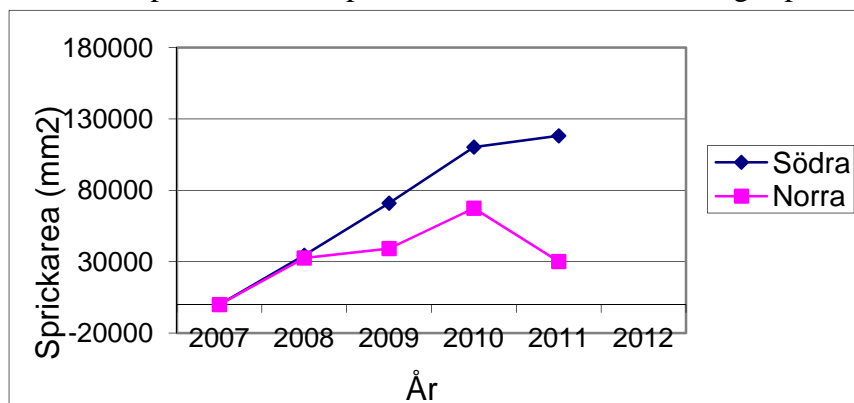


Figur 14. Sprickarea (mm^2) syd+nord, för balkar B3, gran, målad röd, åren 2007-2012.

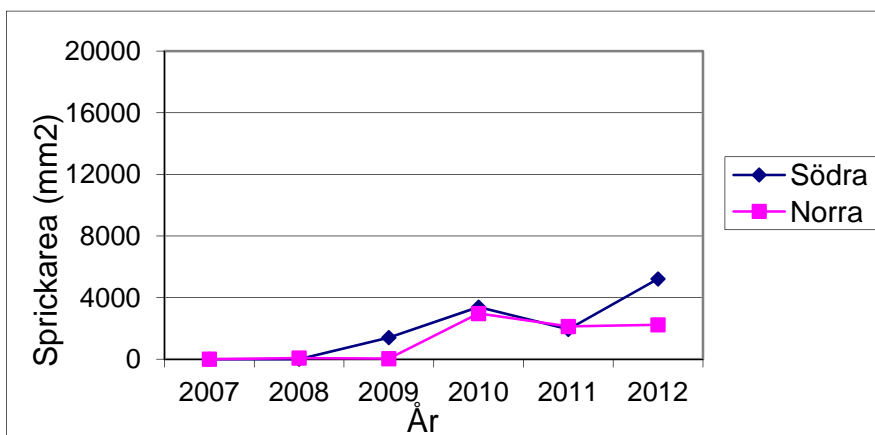


Figur 15. Sprickarea (mm²) syd+nord, för balkar B4, impregnerad furu, målad röd, åren 2007-2012.

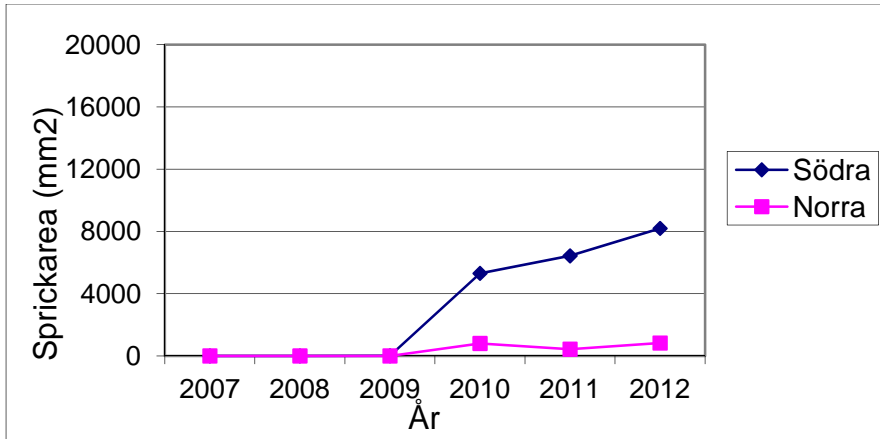
Totala sprickarean under 2007-2012 för varje balktyp fördelat på södra och norra sidan presenteras i figurerna 16-19. Observera att det är olika skalor i diagrammen. Värdena visar medelvärde av uppmätta värdena för de fem balkarna av varje typ. Några balkar mättes inte varje år, så medelvärdet är ibland från färre balkar. Man övergick till mätning med bildbehandling på grund av stor sprickmängd. Balktyper B1 och B4 hade mest sprickor och allra mest på södra sidan på balktyp B4. Även den andra rödmålade balktypen, B3, hade många sprickor på den södra sidan, men färre på norra sidan. Den vitmålade balktypen, B2, hade liten sprickarea både på södra och norra sidan. Många sprickor fanns vid ändarna.



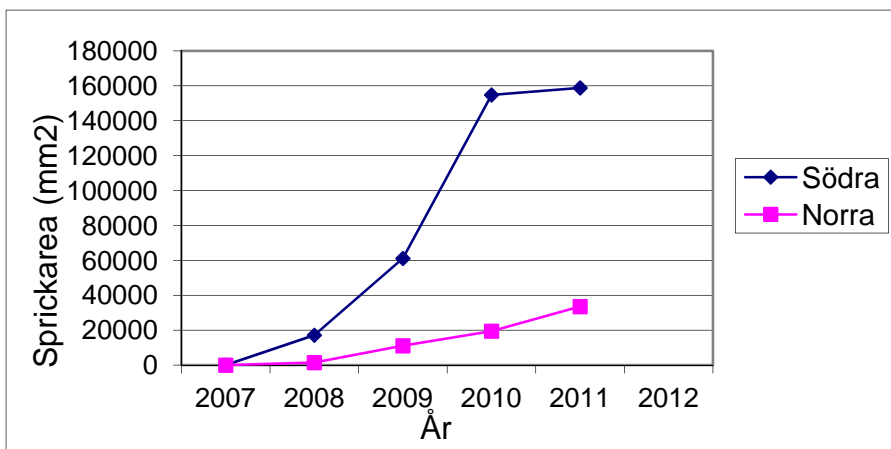
Figur 16. Sprickarea (mm²) för balktyp B1, södra respektive norra sidan, medelvärde av 3-5 balkar (år 2011 endast en balk uppmätt)



Figur 17. Sprickarea (mm²) för balktyp B2, södra respektive norra sidan, medelvärde av 3-5 balkar.



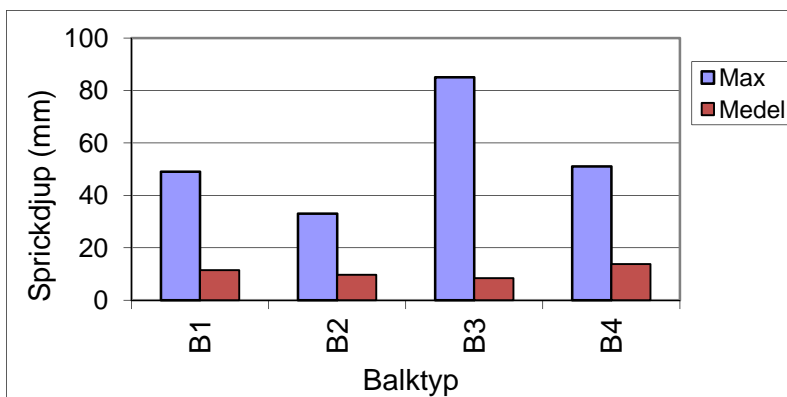
Figur 18. Sprickarea (mm^2) för balktyp B3, södra respektive norra sidan, medelvärde av 4-5 balkar.



Figur 19. Sprickarea (mm^2) för balktyp B4, södra respektive norra sidan, medelvärde av 1-3 balkar.

Den största uppmätta sprickbredden var 12 mm, men de flesta sprickorna var inte bredare än 2 mm. Vid manuella mätningarna dokumenterades djupet och bredden med de högsta värdena, vilket innebär att alla sprickareor antagligen är något överskattade.

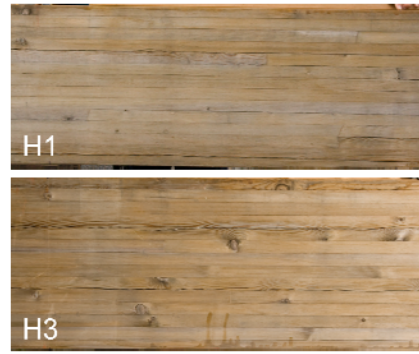
Det maximalt noterade sprickdjupet var 85 mm (längd 52 mm och bredd 3,5 mm) för en spricka på en balk (H11) av typen B3, men de flesta sprickorna var inte djupare än 50 mm och medelvärdena för djupet var ca 8-12 mm, se figur 20.



Figur 20. Max- och medelvärde för sprickdjup (mm) för balktyperna B1-B4.

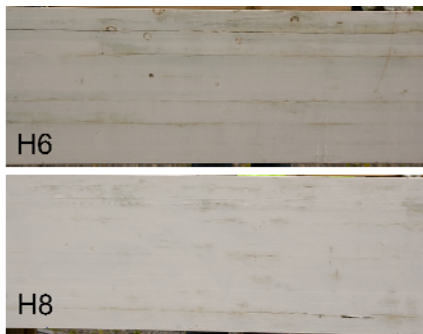


Södra sidan



Norra sidan

Figur 21. Foton på balktyp B1, år 2012

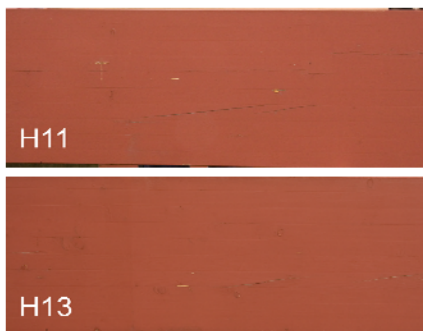


Södra sidan

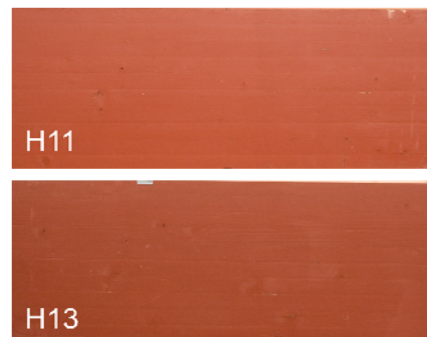


Norra sidan

Figur 22. Foton på balktyp B2, år 2012



Södra sidan



Norra sidan

Figur 23. Foton på balktyp B3, år 2012



Södra sidan

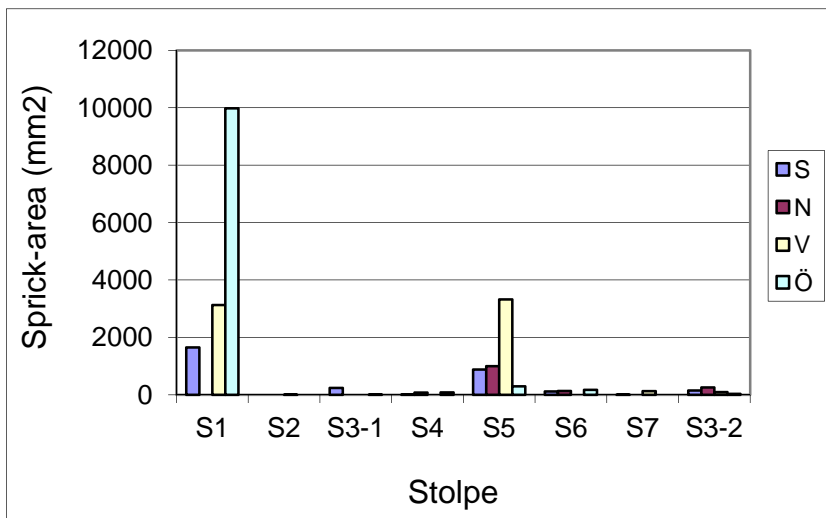


Norra sidan

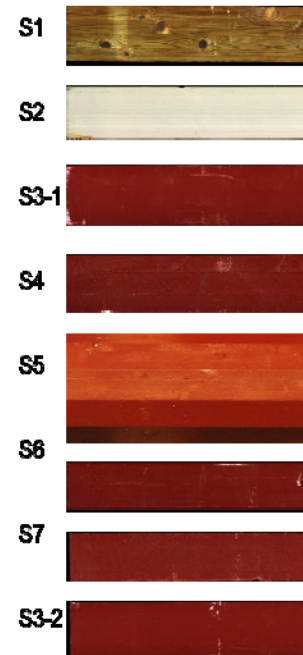
Figur 24. Foton på balktyp B4, år 2012

5.2 Sprickutveckling i stolpar i Bygdsiljum

Figur 25 visar den genomsnittliga sprickarean för de olika sidorna på stolparna. Sprickarean beräknades på samma sätt som för balkarna, dvs. längd x bredd. Sprickorna i stolparna mättes inte varje år. I figuren visas den största uppmätta sprickarean för varje stolptyp, vilket kan vara för olika år 2009, 2010 eller 2012 (inga mätningar på stolparna 2011). De oljade stolparna av impregnerat limträ hade mest sprickor, förutom på den norra sidan. Även Comwood-stolparna hade åtskilliga sprickor. Alla de övriga stolparna hade lite sprickor. Figur 26 visar hur stolparna såg ut år 2012.



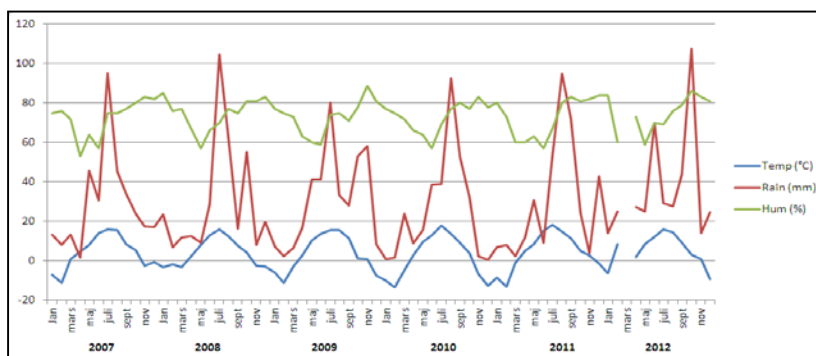
Figur 25. Sprickarean (mm^2) för de olika sidorna syd (S), norr (N), väst (V) och öst (Ö).



Figur 26. Stolpar 2012

6. Fuktkvoter 2007-2012

Uppmätta fuktkvoter redovisas för varje objekt i bilaga 4. Klimatet i Bygdsiljum är ungefär enligt figur 27.

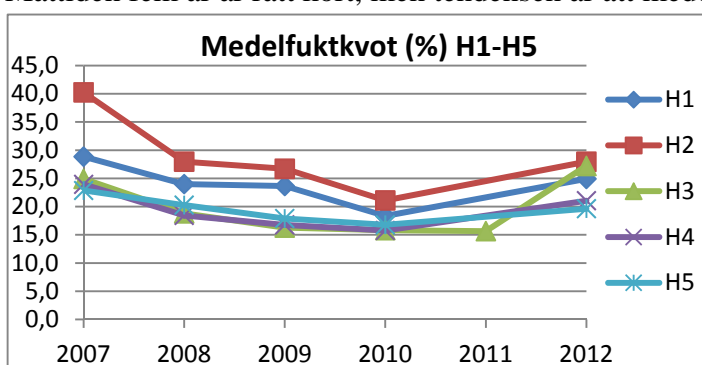


Figur 27. Vädret i Skellefteå (nära Bygdsiljum) under åren 2007-2012. Från Balderskolans väderstation, medelvärden för varje månad.

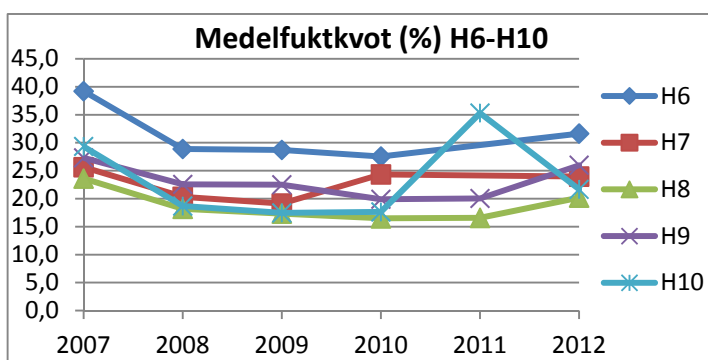
6.1 Långa balkar Bygdsiljum, sammanställning medelfuktkvoter

I figurerna 28-31 redovisas medelfuktkvoter för balkarna för åren 2007-2012. För flera balkar saknas dock mätvärden för 2011. Medelfuktkvoten har beräknats utifrån mätvärdena för samtliga punkter, dvs både på syd och nordsidorna och samtliga djup i balkarna. Sammanställning av medelfuktkvoter i figurerna 28-31 ger en bild av fuktkvotens nivåerna, även om variationerna för en del balkar har varit stora mellan de olika mätpunkterna, som framgår av bilagorna 1-2. De rödmålade balkarna, både gran och furu, har haft lägsta och jämnaste fuktkvoterna, och allra lägsta medelfuktkvoter har balkarna B3 av gran haft.

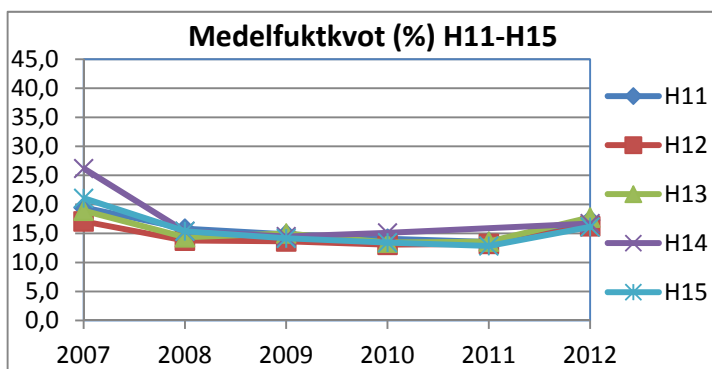
Balkarna hade en del höga fuktkvoter när de placerades ut, på grund av att de blivit liggande i väntan på att provgården skulle ställas i ordning. Under första året förekom därför en uttorkning. En torr sommar eller en regnig sommar som 2012 kan ha påverkat fuktkvoterna. Mättiden fem år är rätt kort, men tendensen är att medelfuktkvoterna är omkring 15-25 %.



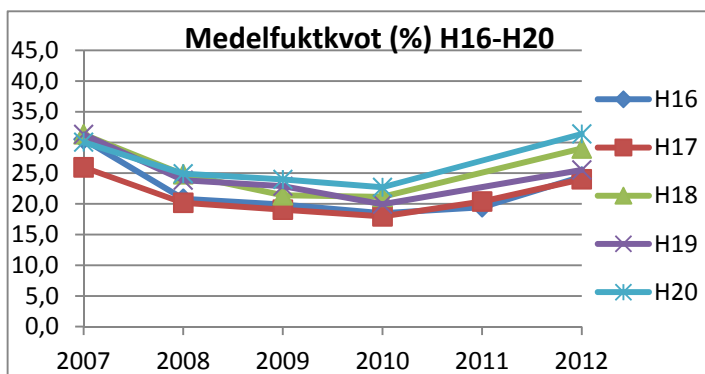
Figur 28. Medelfuktkvoter för balkar B1, impregnerad furu, oljad, åren 2007-2012.



Figur 29. Medelfuktkvoter för balkar B2, impregnerad furu, målad vit, åren 2007-2012.

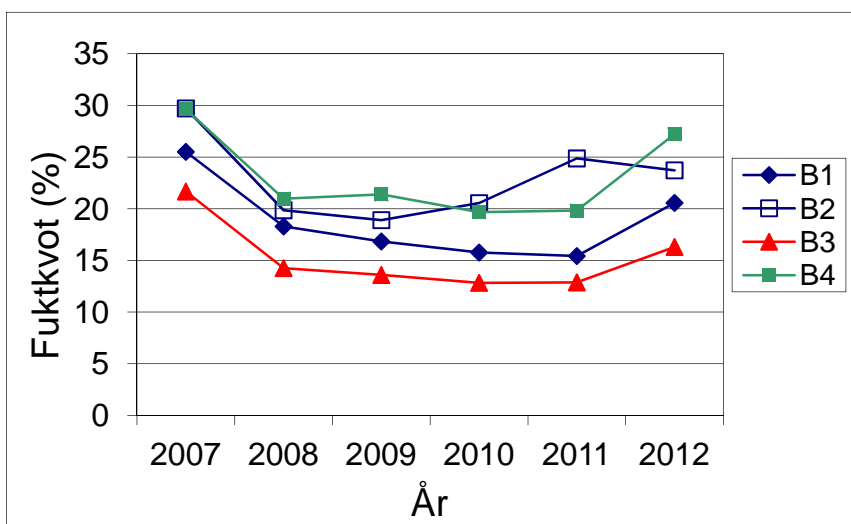


Figur 30. Medelfuktkvoter för balkar B3, gran, målad röd, åren 2007-2012.



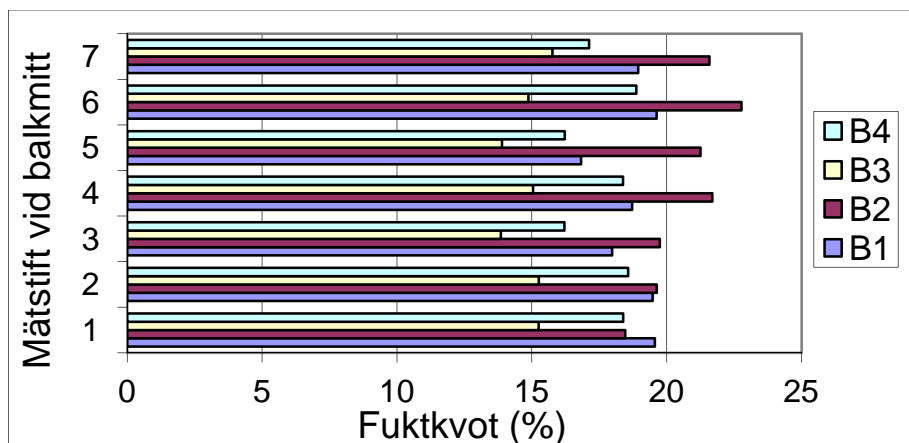
Figur 31. Medelfuktkvoter för balkar B4, impregnerad furu, målad röd, åren 2007-2012.

Figur 32 visar den genomsnittliga fuktkvoten i balktyper B1 - B4 under åren 2007-2012. Värdena för 2011 är från färre balkar eftersom inte alla balkar mättes 2011. Medelvärdena beräknades från värdena för alla stift 1-7 i mitten av balkarna. Vid starten 2007 fanns några höga fuktkvoter för några stift och variationen i fuktkvot var stor i alla balkar. Somrarna 2010 och 2011 var torra, medan sommaren 2012 var lite regnigare. Balken typ B3 (röd gran) hade de lägsta fuktkvoterna för alla åren.



Figur 32. Medelfuktkvoter för balkar B1-B4, medelvärde för alla 7 mätstift vid balkmitt, under åren 2007-2012.

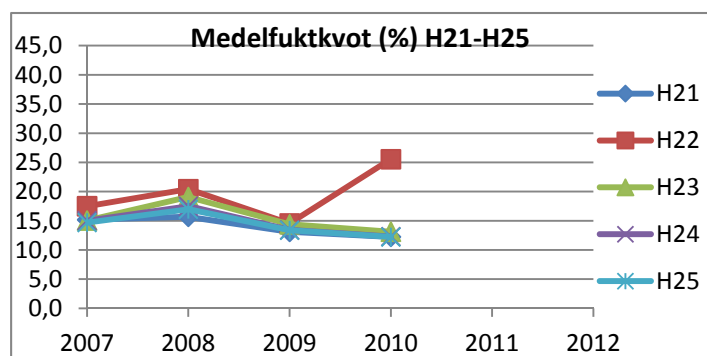
I figur 33 visas fuktkvoten för varje stift 1-7 i mitten av balkarna. Dessa är medelvärden för alla år. Stift 3, 5, och 7 hade i allmänhet de lägsta fuktkvoterna, vilket innebär att ytan var torrare än det inre av balkarna. Det gäller dock inte för balktyp B2, de vitmålade balkarna. Det var ingen större skillnad mellan fuktkvoterna för stift 1 och 2, vilket innebär att fuktkvoterna på 35 mm djup och på 70 mm djup var i stort sett desamma. Fuktkvoterna var ganska lika över balkhöjden, utom för balktyp B2. Dessa vitmålade balkar hade högre fuktkvoter längst upp.



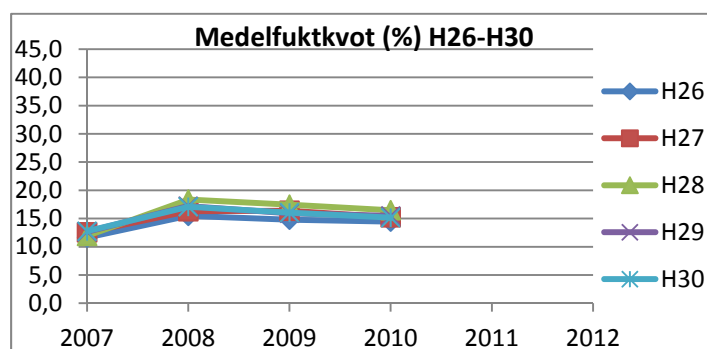
Figur 33. Medelfuktkvoter för balkar B1-B4 för de 7 mätstiften vid balkmitt, under åren 2007-2012.

6.2 Stolpar Bygdsiljum, sammanställning medelfuktkvoter

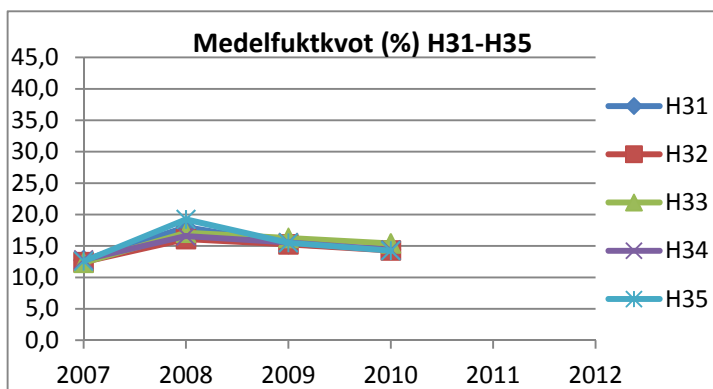
I figurerna 34-43 redovisas medelfuktkvoter för stolparna för åren 2007-2010. Stolparna S1-S4 monterades som räckesstolpar på en balk och de övriga på fundament. För stolparna saknas mätvärden för 2011 och 2012, eftersom det saknades resurser för att utföra alla mätningar. Medelfuktkvoten har beräknats utifrån mätvärdena för samtliga punkter, dvs både uppe och ner och samtliga djup. Sammanställning av medelfuktkvoter i figurerna 34-43 ger en bild av fuktkvotnivåerna, även om variationerna för en del stolpar har varit stora mellan olika punkter, som framgår av bilaga 2. Medelfuktkvoterna varierade inte så mycket för stolparna, utan har hållit sig omkring 15 %. I figur 34 har stolpen H22 hög fuktkvot för 2010, där stiften upptill har höga värden. Orsaken är okänd, det kan möjligen bero på spricka eller otät dosa.



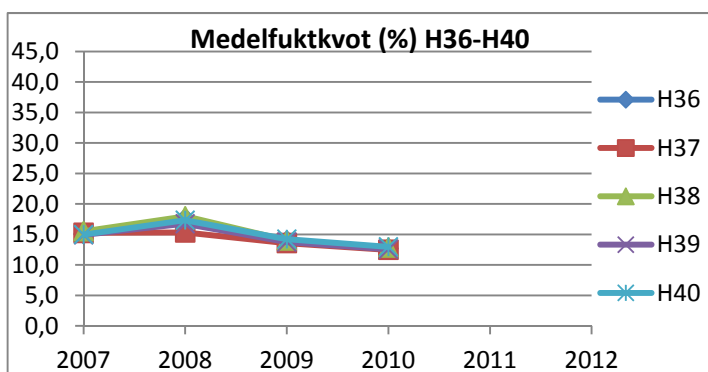
Figur 34. Medelfuktkvoter för stolpar S1, impregnerad furu, oljad, räck, under åren 2007-2012.



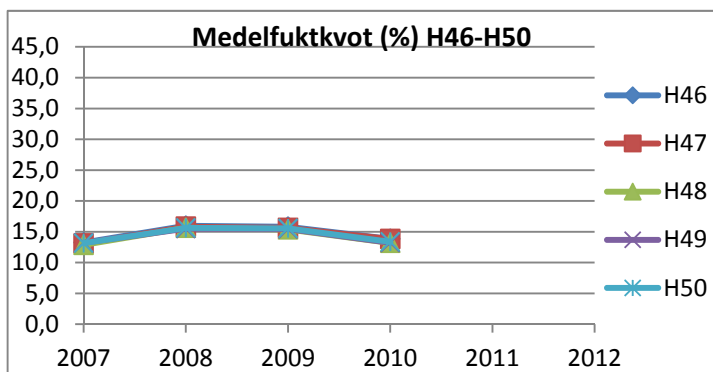
Figur 35. Medelfuktkvoter för stolpar S2, gran, målad vit, räck, under åren 2007-2012.



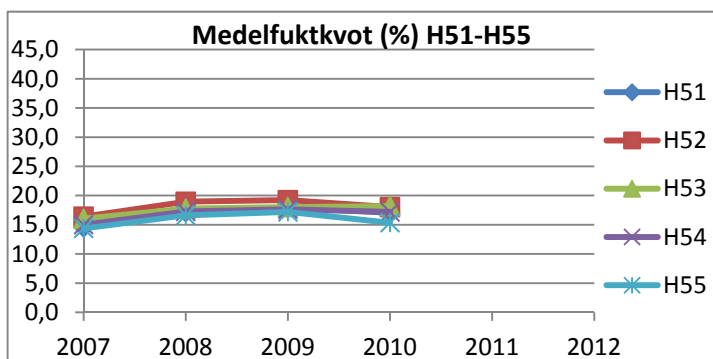
Figur 36. Medelfuktkvoter för stolpar S3-1, gran, målad röd, räckle, åren 2007-2012.



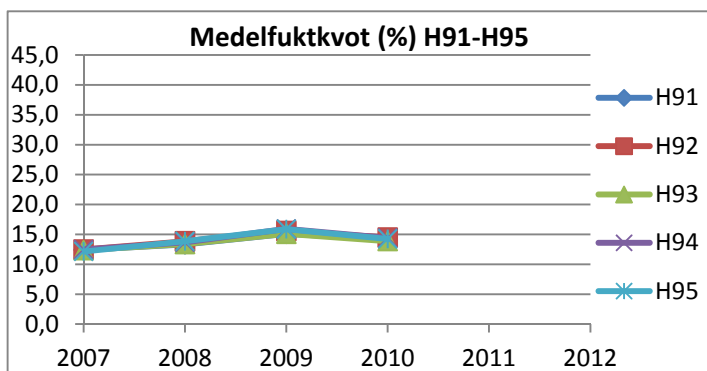
Figur 37. Medelfuktkvoter för stolpar S4, gran, ihålig, målad röd, räckle, åren 2007-2012.



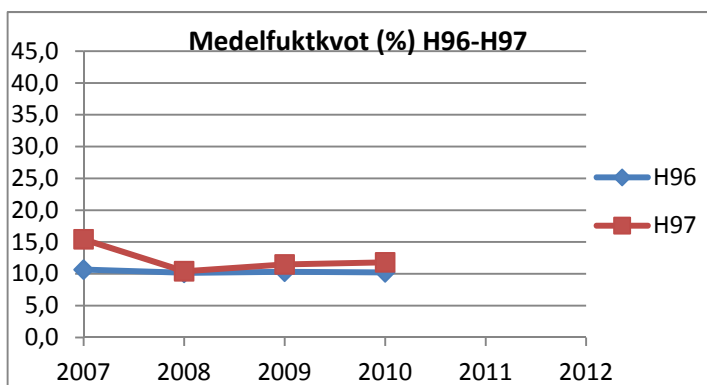
Figur 38. Medelfuktkvoter för stolpar S6, Qquattrolit, målad röd, fundament, åren 2007-2012.



Figur 39. Medelfuktkvoter för stolpar S7, fyrkantstolpe, målad röd, fundament, åren 2007-2012.

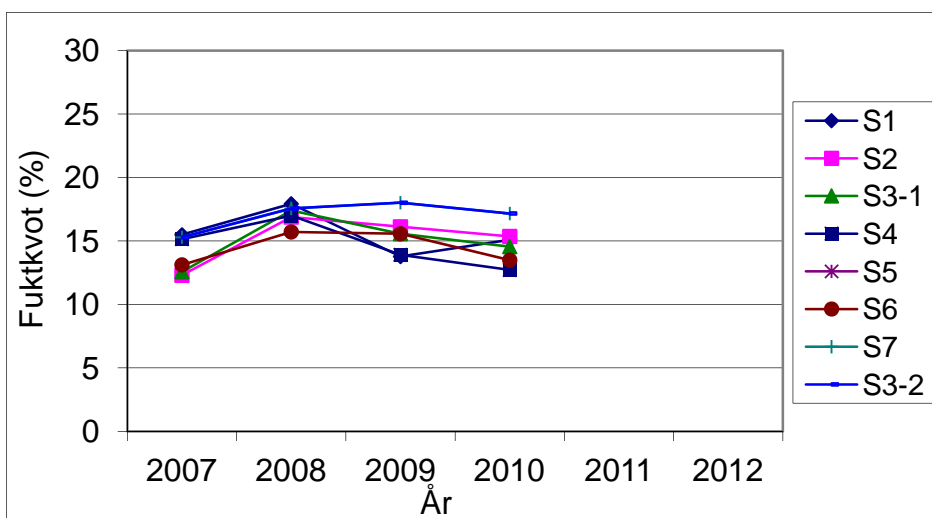


Figur 40. Medelfuktkvoter för stolpar S3-2 gran, målad röd, fundament, åren 2007-2012.



Figur 41. Medelfuktkvoter för stolpar av värmebehandlad, oljad (H96) och målad röd (H97), fundament, åren 2007-2012.

Stolparna var ganska torra när de placerades på provgården, fuktkvoten var ca 12-15%, se figur 42. Fuktkvoterna i Comwoodstolparna (S5) mättes inte eftersom de saknade stift. Inga mätningar gjordes under 2011 och 2012, och fram till 2010 var det inga stora förändringar i fuktkvoterna.



Figur 42. Medelfuktkvot i de olika typerna av stolpar, under åren 2007-2012.

7. Diskussion och slutsatser

7.1 Resultat av sprick- och fuktmätningar

Försöket har pågått relativt kort tid och resultatet av mätningarna har inte kunnat analyseras i detalj. Det är därför svårt att svara på alla de frågeställningar som finns. I den här översiktliga sammanställningen av mätresultaten har huvudfokus varit att svara på frågor om relationen mellan sprickor och fuktkvoter och hur sprickor och fuktkvoter påverkas av olika material och ytbehandlingar. Avsikten var att ge anvisningar för bedömning av risken för sprickor, röta eller nedsatt bärighet. Rapporten innehåller delar av insamlade data, och presenterar fuktkvoter och sprickor i långa balkar och pelare. Det ger en översikt över utvecklingen av sprickor och fukt under fem år. Olika ytbehandling, trämaterial och impregnering ger olika mängd sprickor, och det finns också betydande skillnader mellan den norra och södra sidan för några balktyper. Uppmätt data kan studeras vidare när det gäller detaljer, t.ex. vilka områden av balkarna som mestadels spricker och påverkan av olika faktorer.

Om man jämför balkar som var tillverkade av impregnerad furu, så var sprickarean efter fem år för balktyp B1 (oljade) ungefär 25 gånger större än för balktyp B2 (vitmålade) på södra sidan och ungefär 15 gånger större på norra sidan. Balktyp B4 (rödmålade) hade sprickarea i samma storleksordning som balktyp B1. Detta betyder att ytbehandlingen utgjorde en skillnad för sprickbildningen, speciellt kulören. I solskenet blir en yta med ljus färg inte lika varm som en mörkare färg, och därmed får de vita balkarna mindre uttorkning av ytan och mindre skillnad i fuktkvot mellan ytan och det inre av balkarna och därmed mindre sprickbildning.

Om man jämför balkar som var tillverkade med samma ytbehandling (rödmålade) men av olika träslag, impregnerad furu respektive gran, så hade balktyp B4 (impregnerad furu) ungefär 20 gånger mer sprickarea på ytan än balktypen B3 (gran) efter fem år. Det betyder att typen av trämaterial också har betydelse för sprickbildningen och inte bara färgens kulör. Det är splintveden i furu som impregneras och impregnerad furu som sprack väldigt mycket hade antagligen mer splintved än gran. Splintved har generellt lättare för att ta upp fukt och torka ut än kärnved. Mängden splintved och kärnved beror också på hur lamellerna sågas från stocken, vilket även påverkar årsringarnas orientering i lamellerna och på balkytan. Detta kan också påverka sprickbildningen på balkens yta.

De balkar som hade mest sprickor hade en sprickarea på ca 3-4 % av den totala ytan av balken. Det maximalt uppmätta sprickdjupet var 85 mm för en spricka på en balk av typen B3 (men en kort sprick ca 2 m från änden). De flesta sprickorna på alla balkar var dock inte djupare än 50 mm och medeldjupet ca 8-10 mm. Efter fem år bör dessa relativt små sprickor inte avsevärt ha minskat balkarnas bärförmåga.

Frågan om sprickor ger högre fuktkvoter i träet är svårt att svara på. Fuktkvoter uppmättes i fasta punkter, som inte alltid var placerade där sprickorna uppstod. De uppmätta fuktkvoterna ger därför en generell presentation av fuktförhållandena i balkarna och pelarna.

Efter fem år hade fuktkvoterna i balkarna inte ökat jämfört med det första året. Under det första året torkade balkarna ut, eftersom de var ganska fuktiga från början efter att ha blivit liggande utomhus i regn innan installationen på testfältet. Mätstiften var placerade i dosor för skydd, men vissa av dosorna var inte täta och vatten kunde tränga in i träet vid stiften under lagringsperioden. Detta gav höga startvärden på fuktkvoterna för några av balkarna. De flesta balkarna torkade ut under första året. Efter det första året minskade sedan fuktkvoterna ytterligare i de flesta balkarna. Under sommaren 2012 var fuktkvoterna något högre och förmodligen berodde det på regnigt väder. De röda granbalkarna hade lägst fuktkvoter (under 20 %) och impregnerade röd- och vitmålade balkar hade högst fuktkvoter (omkring 20-25 %).

Ena sidan av en oljad impregnerad balk filmades under några dagar, och när det regnade svällde träet ganska snabbt och sprickorna stängdes. Det betyder att det kunde inte komma in mycket regnvatten i balken. När regnet slutade så öppnades sprickorna snabbt igen och eventuell fukt kunde torka ut. En målad balk har en skyddande film mot regn och träet kan förmodligen inte reagera och svälla lika snabbt som för en oljad balk. Ytterligare studier skulle behövas för att undersöka detta.

För stolparna varierade inte fuktkvoterna särskilt mycket under fem år, och det fanns bara ett fåtal sprickor. En orsak jämfört med balkarna kan vara de mindre tvärsnitten. Spänningarna från fuktskillnader mellan ytan och det inre av stolparna kan antas bli mindre. De oljade stolparna hade mest sprickor jämfört med de andra typerna och det betyder att ytbehandlingen med vit eller röd färg skyddade mot klimatets påverkan.

För bästa skydd och ur estetisk synvinkel bör balksidor kläs in med till exempel panel. Figur 34 visar hur en åldrad yta kan se ut efter fem år. De testade stolparna har klarat sig bra, utom de oljade, som eventuellt borde kläs in. Inklädnad med panel på en stor balk förändrar inte proportionerna särskilt mycket, men för en slank stolpe bör man beakta att inklädnad kan ge ett förändrat utseende för konstruktionen.



2007



2012

Figur 43. Del av balk H16, södra sidan

7.2 Utvärdering av mätmetoder

Mätningarna har gett erfarenheter av mätmetoder. Det gäller bland annat manuella mätningar av sprickor, användning av fotografering, bestämning av E-modulen och fuktmätning i fält.

Några praktiska erfarenheter:

- Det är svårt att mäta sprickor manuellt i fält, bredden varierar med klimatet, sprickor stänger och öppnar sig mellan olika dagar beroende på om vädret är soligt eller regnigt, och även under en och samma dag kan man få olika mätvärden.
- Djupet är svårt att mäta, och det kan behövas många tester för att hitta var sprickan är djupast. Det kan också ofta vara så att sprickan böjer av längs årsringen inuti balken så att man inte mäter hela djupet.
- Sprickorna bör dokumenteras, man kan mäta längden och ange koordinater och markera på balken var sprickorna är, eller ta foto och markera i fotot var de är, om man inte vill rita på balken.
- Fotografering och bildbehandling är avancerade metoder, men det kan finnas svårigheter, både med att fotografera i fält vid olika ljusförhållanden som kan variera med väderleken och med att komma tillräckligt nära för att få bra bilder. Det är också tidskrävande att bildbehandla foton för att hitta sprickor och räkna dessa, om man inte har automatiska program som gör det.
- 3D-skanner kan vara framtida möjlighet att dokumentera sprickor på längre avstånd, men noggrannheten är oklar.

Till exempel de oljade balkarna hade efter några år väldigt många sprickor som inte var praktiskt att mäta manuellt och därför undersöktes andra metoder också. Mängden manuellt uppmätta sprickor som rapporteras i den här rapporten presenteras som sprickarea. Detta mått kan också användas vid till exempel fotografering och bildbehandling för att bestämma sprickmängden på balkens yta.

Ett problem vid mätning var att ytsprickor kunde stängas vid uppfuktning, men de finns ändå kvar. De kan utgöra ett problem för ytbehandlingen, eftersom de kommer att öppnas igen vid uttorkning. Alltför stora sprickor kan vara svåra att måla över.

7.3 Fortsatt arbete

Försöket har pågått relativt kort tid, och om man behåller balkarna på provgårdarna kan man följa upp med nya mätningar om några år för att undersöka om spricktillväxten fortsätter eller om den avstannar efter de första åren, och om de olika provobjekten har samma utveckling.

Sprickors betydelse för balkarnas styvhet kan på lång sikt testas med E-modulmätning, och inverkan på hållfastheten kan man undersöka genom att provbelasta till brott. Det kan bli aktuellt först när man vill avveckla utomhusförsöket.

Försöket är unikt med de många mätobjekten och den omfattande datainsamlingen. Det finns därför stora möjligheter till detaljerade studier av olika frågeställningar. Det krävs till exempel mer arbete för att kunna klassificera sprickors risk för konstruktionen och bedöma och klassificera risken för rötangrepp.

Den här rapporten presenterar en sammanställning av de manuella sprickmätningarna och fuktkvotsmätningarna som utförts på de långa limträbalkarna och stolparna på provgården i Bygdsiljum. De valdes för att kunna jämföra sprickmängder och fuktkvoter. Sprickor för de korta balkarna i Bygdsiljum samt de korta balkarna och stolparna i Borås redovisas inte. Utvärdering av sprickutvecklingen kan ytterligare kompletteras med mätresultat från dessa objekt, vilket kan visa om det finns skillnader mellan de olika orterna med olika klimat. Fuktkvoterna för dessa objekt har mätts med kontinuerliga givare inom projektet WoodBuild, och därför finns det även mer möjligheter till analyser när det gäller korrelationer mellan sprickor och fuktkvoter.

8. Publikationer från projektet

Rapporter

Pousette, Anna, Sandberg, Karin, Träbalkar och trästolpar i utomhusförsök – planering och utplacering, SP Rapport 2007:35

Ej publicerade arbetsrapporter

Molinari, Luca, Old Wooden Bridge Beams - Study of their evolution, Arts & Métiers ParisTech – Cluny, SP Träteknik – Skellefteå, 2010 (ej publicerad)

Artiklar och konferensbidrag

Pousette, Anna, Sandberg, Karin, Glulam beams and columns after 5 years exposure to outdoor climate, International Conference on Timber Bridges 2013, Las Vegas, 29 Sep.-2 Oct. 2013

Pousette, Anna, Sandberg, Karin, Outdoor tests of timber beams and columns, International Conference Timber Bridges, ICTB2010, Lillehammer, Norway 12-15 September 2010

Sandberg, Karin, Pousette, Anna, Nilsson, Lars-Olof, Moisture conditions in coated glulam beams and columns during weathering, XII DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Porto, Portugal, April 12th-15th, 2011

Sandberg, K., Pousette, A. and Dahlquist, S., Wireless in situ measurements of moisture content and temperature in timber constructions. XII DBMC, Porto, PORTUGAL, April 12th-15th, 2011.

Sandberg, Karin, Mostolygin, Kirill, Hagman, Olle, In-situ method for evaluation of cracks propagation on glulam beams surface with image processing technique, Journal of Wood Science, 2013?

Sandberg, Karin, Mostolygin, Kirill, Hagman, Olle, Analysis of glulam beams after 5 years of exposure using cracks measurements from images, 2013?

Sandberg, Karin, Mostolygin, Kirill, Hagman, Olle, Effect of annual-ring orientation in lamination on cracking of glulam beams investigated by computer tomography and image processing, Wood material science and engineering, 2013?

Sandberg, Karin, Mostolygin, Kirill, Effect of annual-ring orientation on cracking of glulam beams, Poster presentation, IUFRO Conference division 5 - Forest Products, Lissabon, 2012

Examensarbeten

Dagbro, Ola, Provnings, PLS-analys och FE-simulering av spår i paneler, Luleå tekniska universitet, Institutionen för LTU, Skellefteå, Avdelningen för träteknologi, Examensarbete 2009:120

Linde, Sara, Fältmätningar av limträbalkars elasticitetsmoduler: utvärdering av tre mätmetoder, Uppsala universitet, Teknisk-naturvetenskapliga vetenskapsområdet, Geovetenskapliga sektionen, Institutionen för geovetenskaper, Byggnadsteknik, Examensarbete ISRN UTH-INGUTB-EX-B-2010/28-SE, Sept 2010

Saracoglu. Erhan, Finite-Element Simulations of the Influence of Cracks on the Strength of Glulam Beams, Department of Mechanical Engineering, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden, 2011, Master's Degree Thesis, ISRN: BTH-AMT-EX--2011/D-17--SE

Vorobyev, Alexey, Non-contact computer aided in-field surface measuring techniques of Cracks in glued laminated beams, Master of Science, Division of Wood Science and

Technology, Luleå University of Technology, LTU Skellefteå, 2012, Examensarbete LTU-EX-2012-36911545

Manninen, Kai, Estimation of crack-length density functions of measured cracks in glulam beams and in boards, Master Thesis, Wood Science Technology, Luleå University of Technology, LTU Skellefteå, 2012, Examensarbete LTU-EX-2012-40016506

Rahili Khorasani, Sepehr, Finite-Element Simulations of Glulam Beams with Natural Cracks, Department of Mechanical Engineering, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden, Master's Degree Thesis, ISRN: BTH-AMT-EX--2012/D-07—SE

Alexey Ryadchikov, CT-Scanning of cracks in glulam beams – measurability and possibilities, 2012

Crack characterization of cracked glulam beams, Project report, Master program in Wood Technology, LTU, January 2012

Elevarbeten

Niva, Simon, Lämpliga ljuskällor för att synliggöra sprickor på limträ, 2007

Cherepanova, Ekaterina Crack size in glulam beams,. Project report, Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för LTU Skellefteå, Träteknik, 2011-11-14

Mostolygin, Kirill, Surface Checks in Glulam Beams, Luleå Tekniska Universitet, Course: T7016D HT2010

Alexey Ryadchikov, Crack characterization of cracked glulam beams, Project report, Master program in Wood Technology, LTU, January 2012

9. Referenser

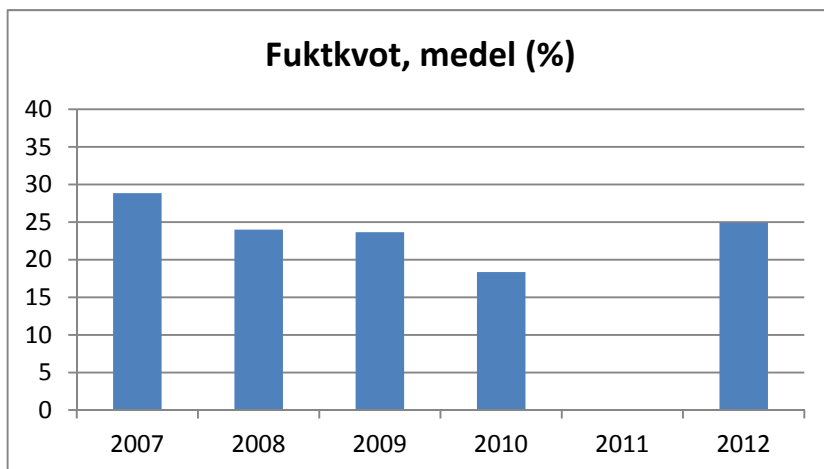
Pousette, Anna, Träbalkar med sprickor - förstudie om bärförmåga och hållbarhet, SP Rapport 2006:63

Sandberg, Karin, Pousette, Anna, Fjellström, Per-Anders, Dahlquist, Simon, Fältmätningar inom projektet WoodBuild – Mätmetoder och mätobjekt, SP Rapport 2012:65

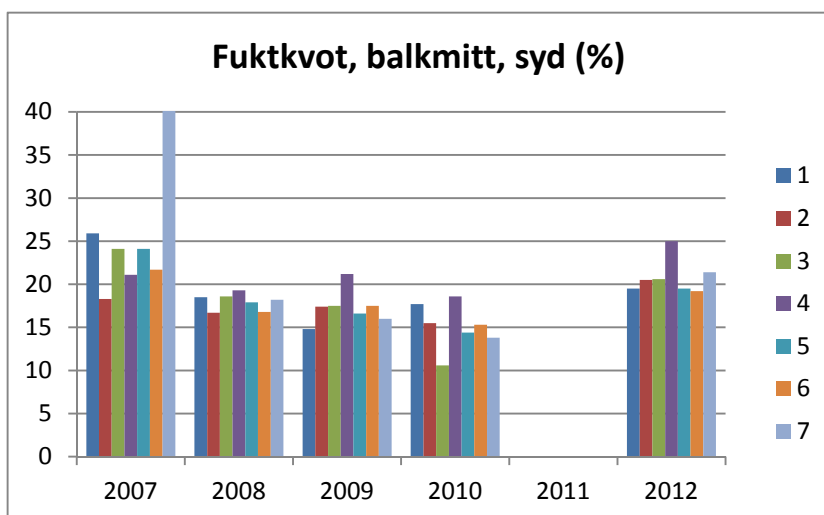
SS-EN 408:2010, Träkonstruktioner - Konstruktionsvirke och limträ - Bestämning av vissa fysikaliska och mekaniska egenskaper, SIS 2010

Bilaga 1. Balkar H1-H20 Bygdsiljum, fuktkvot vid fasta stift

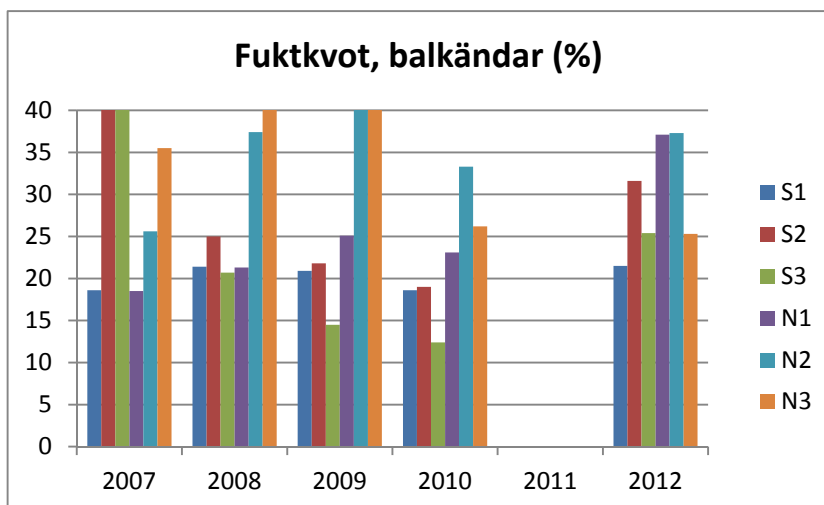
Manuell mätning i punkter, enligt figur 9.



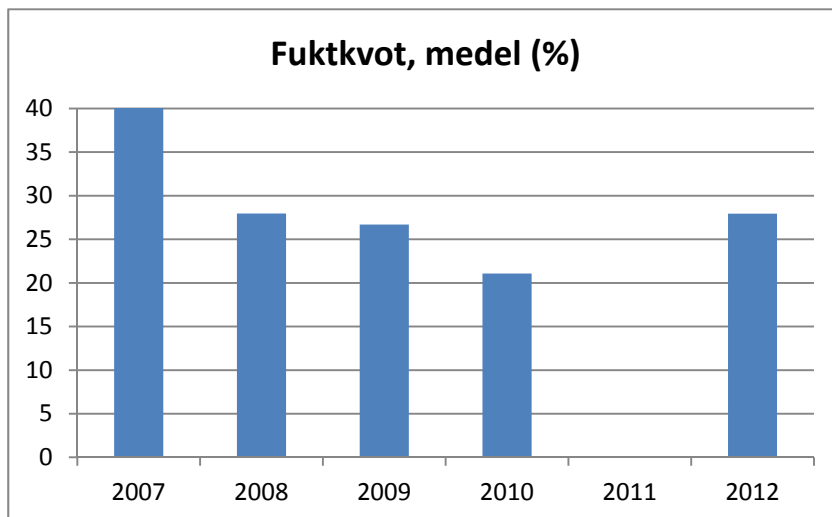
H1. Furu impregnerad, oljad. Höjd över mark: 2,35 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



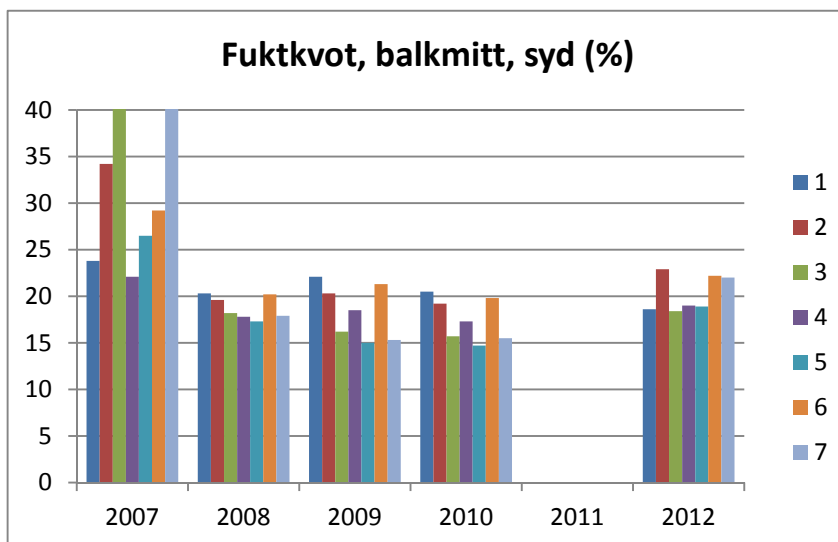
H1. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



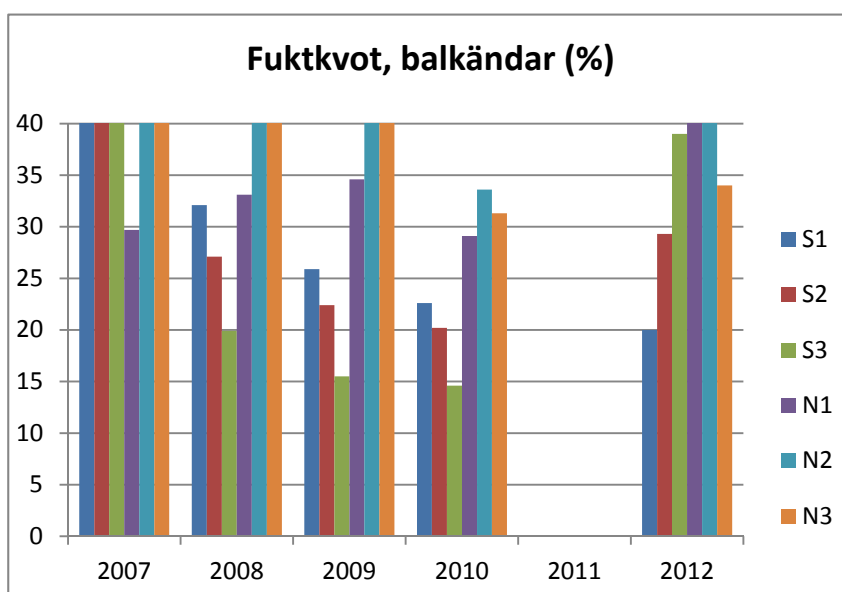
H1. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



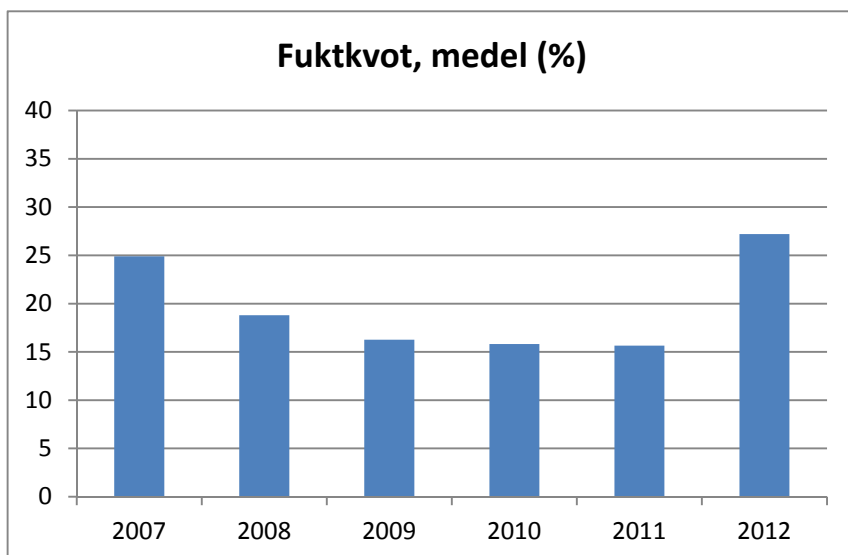
H2. Furu impregnerad, oljad. Höjd över mark: 1,9 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



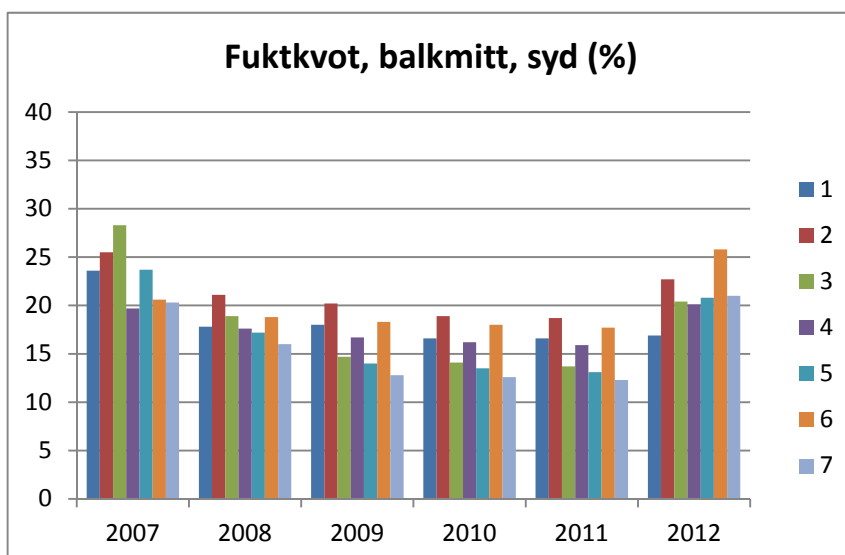
H2. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



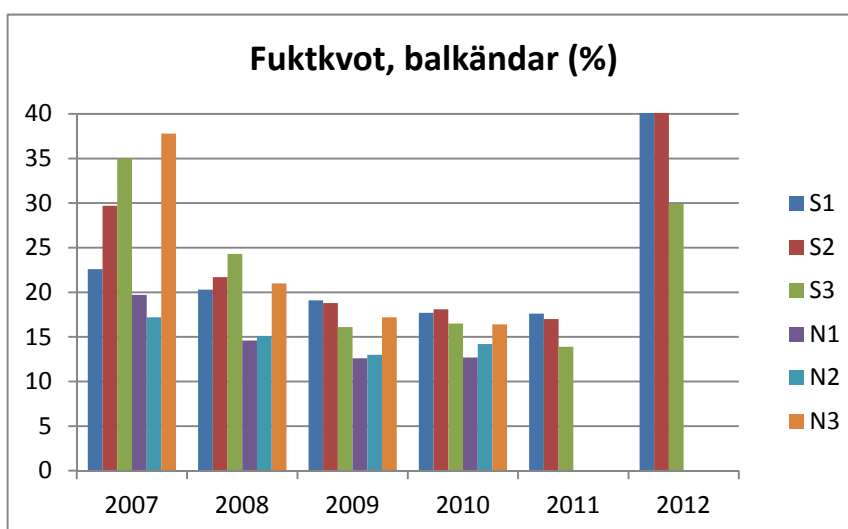
H2. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



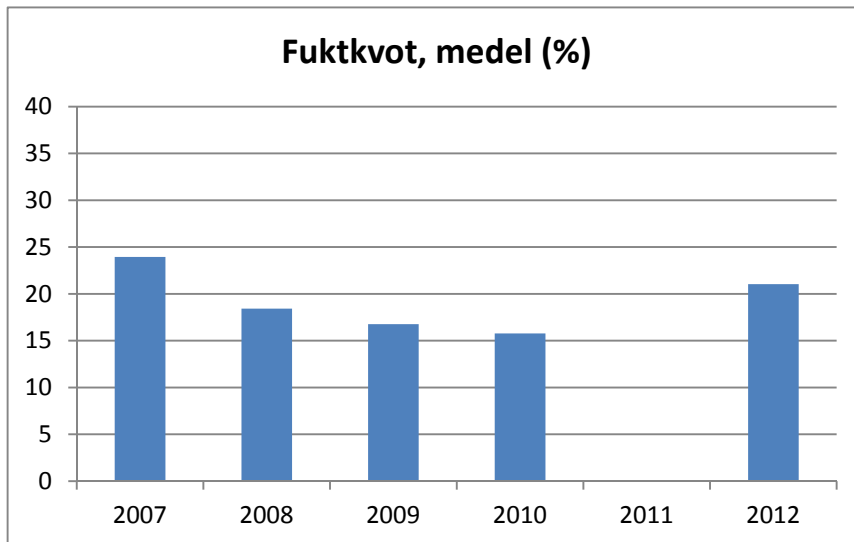
H3. Furu impregnerad, oljad. Höjd över mark: 1,0 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



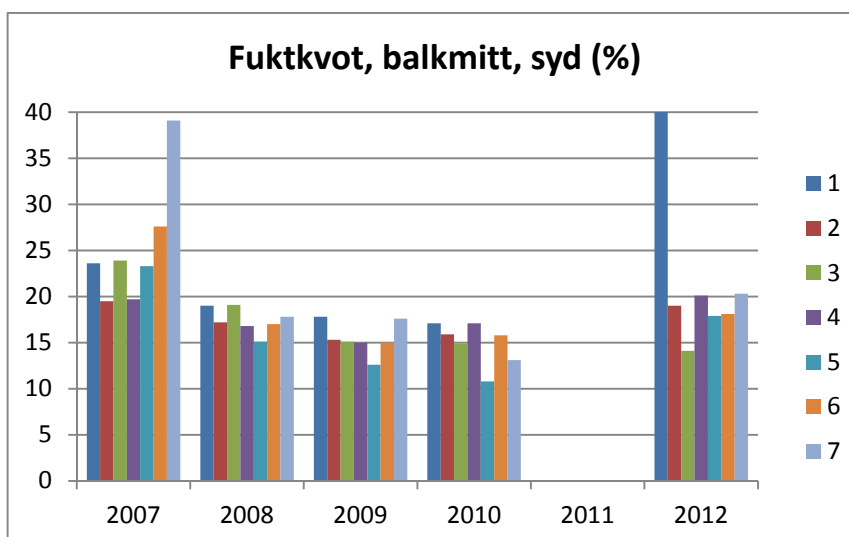
H3. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



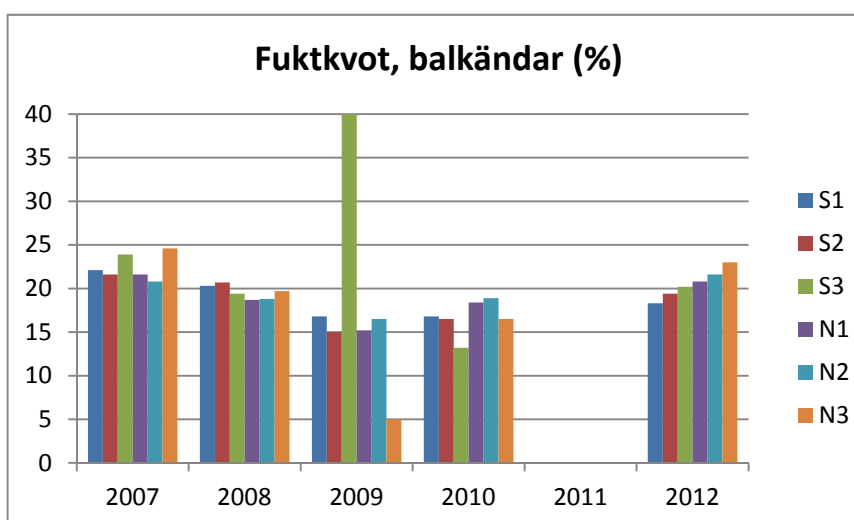
H3. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



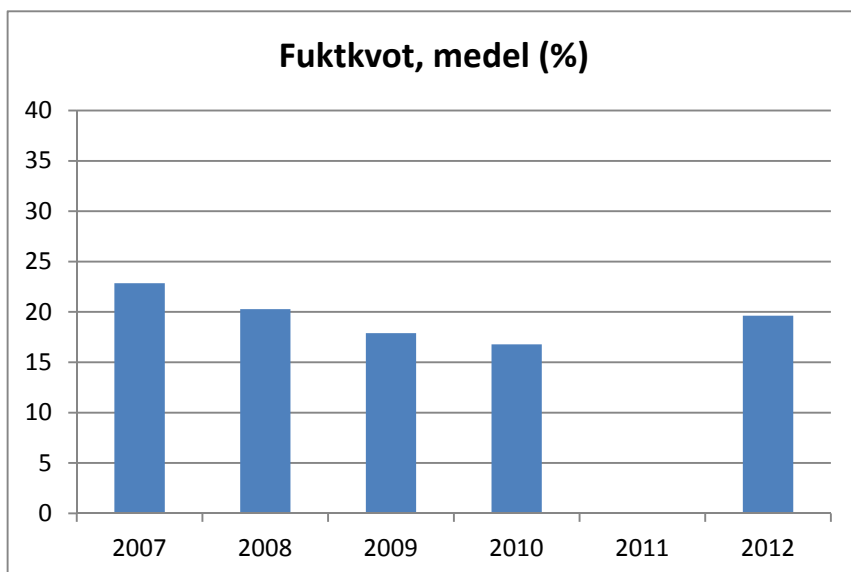
H4. Furu impregnerad, oljad. Höjd över mark: 1,45 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



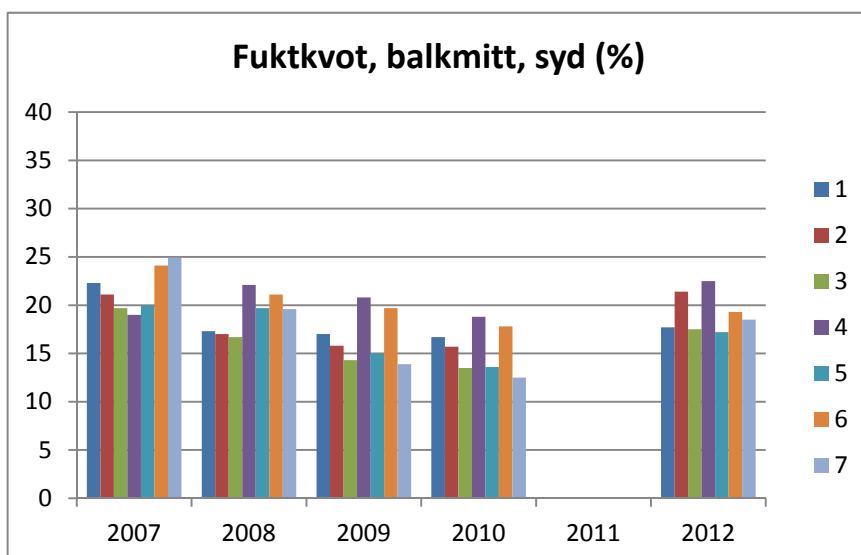
H4. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



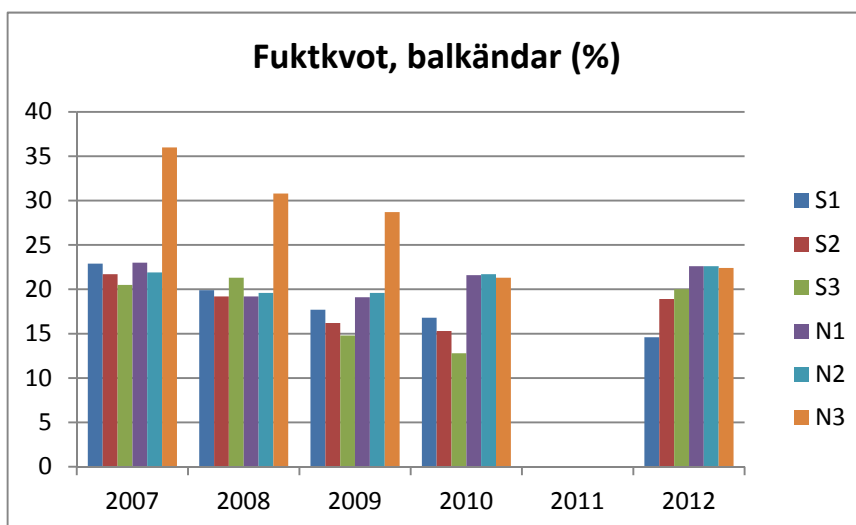
H4. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



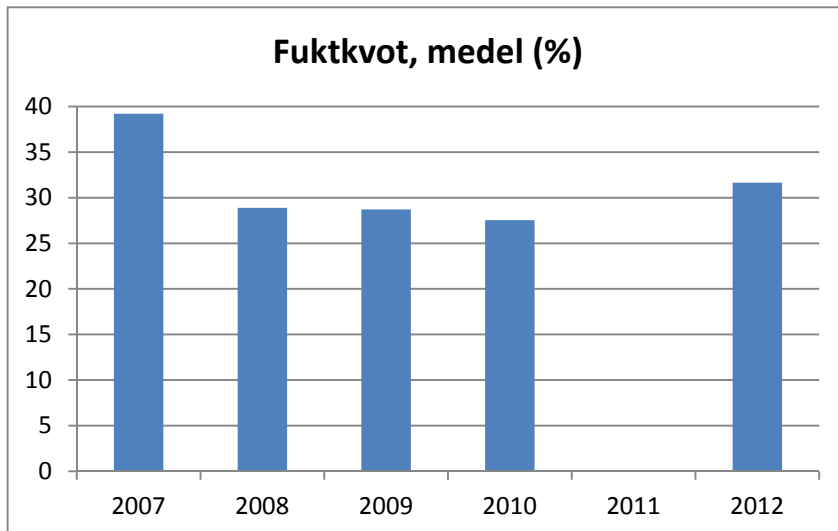
H5. Furu impregnerad, oljad. Höjd över mark: 2,8 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



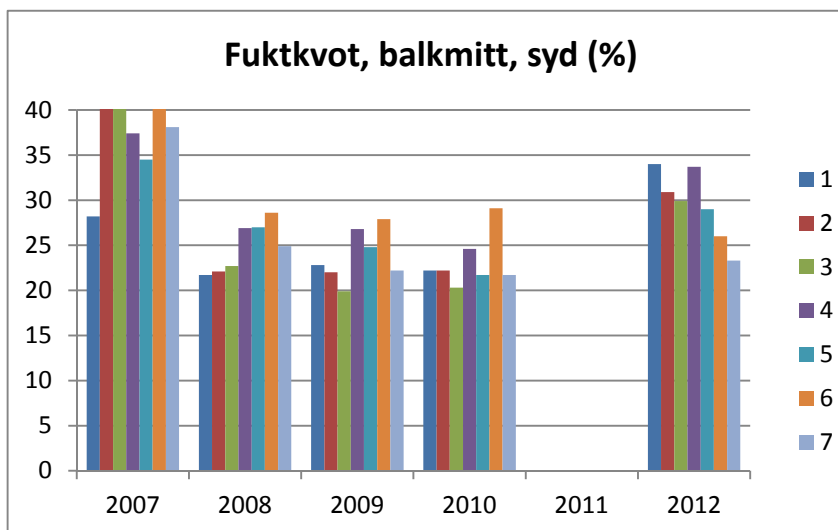
H5. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



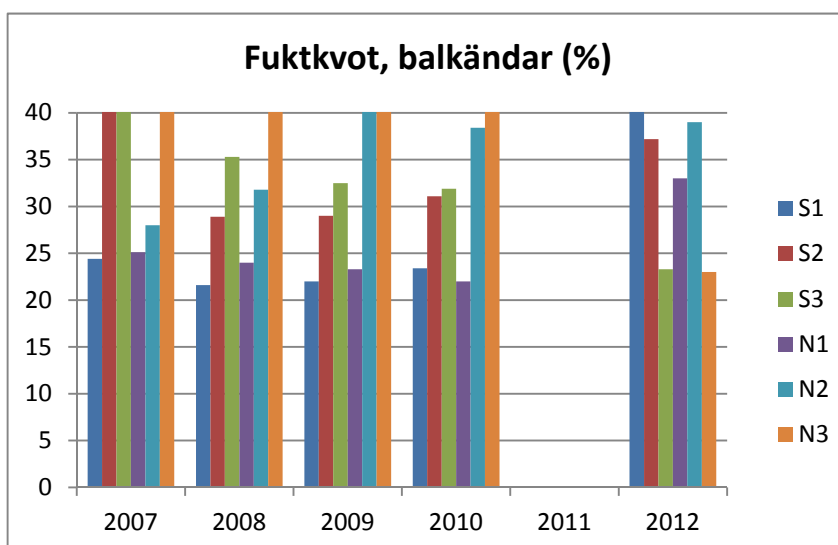
H5. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



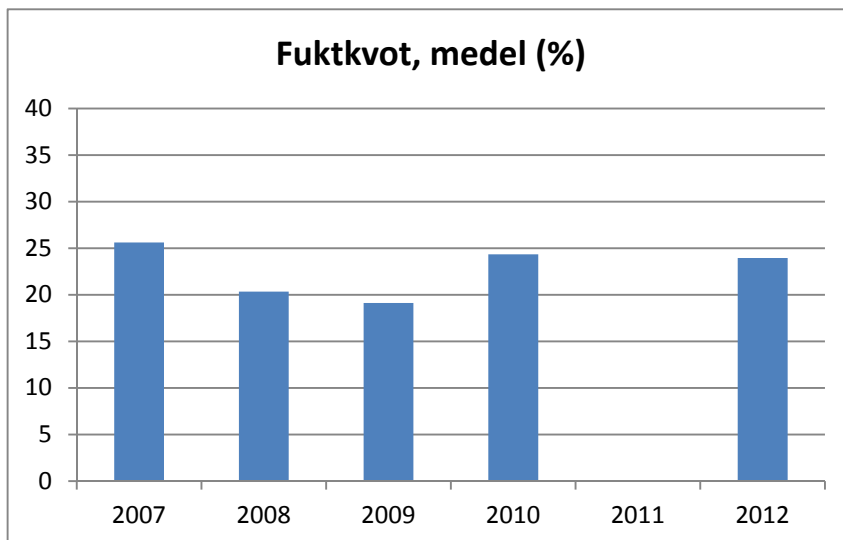
H6. Furu impregnerad. Vit. Höjd över mark: 2,8 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



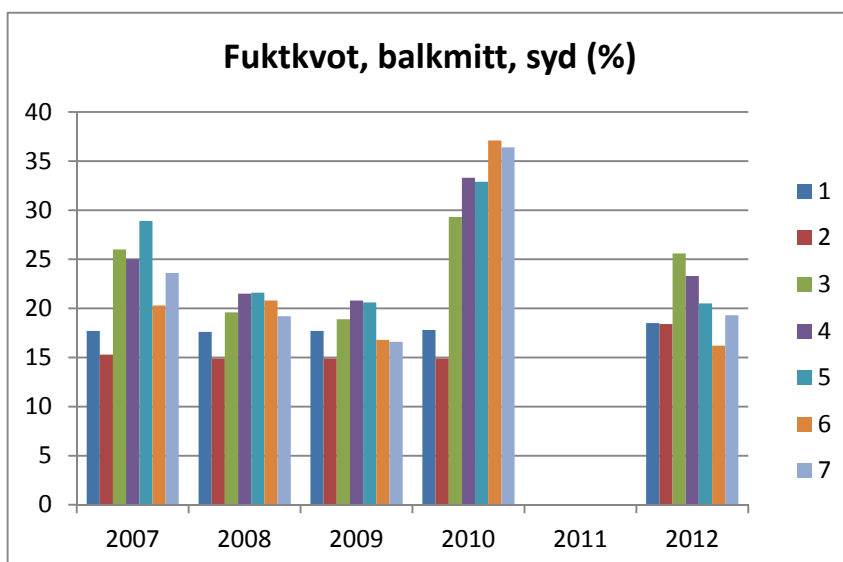
H6. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



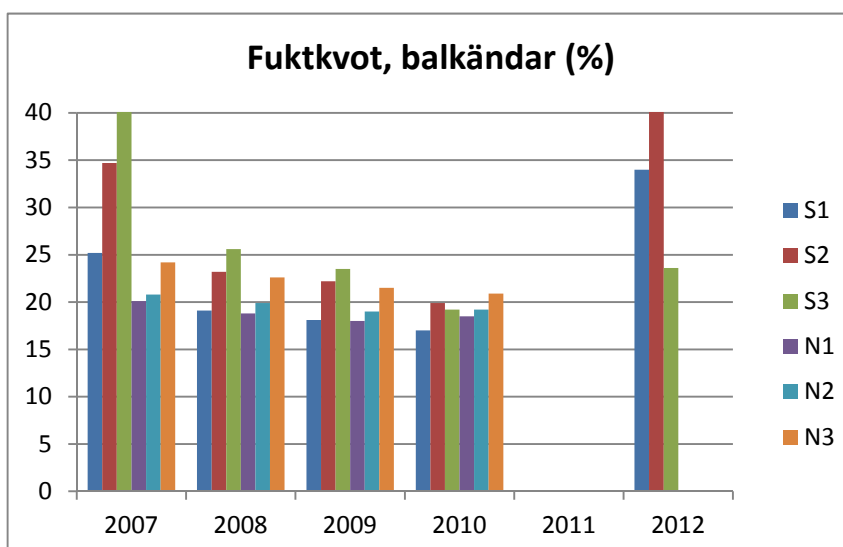
H6. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



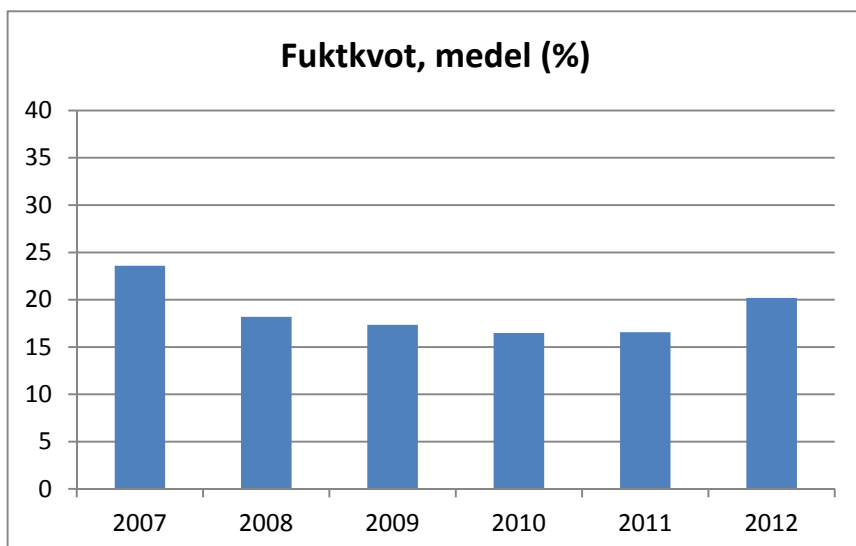
H7. Furu impregnerad. Vit. Höjd över mark: 2,35 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



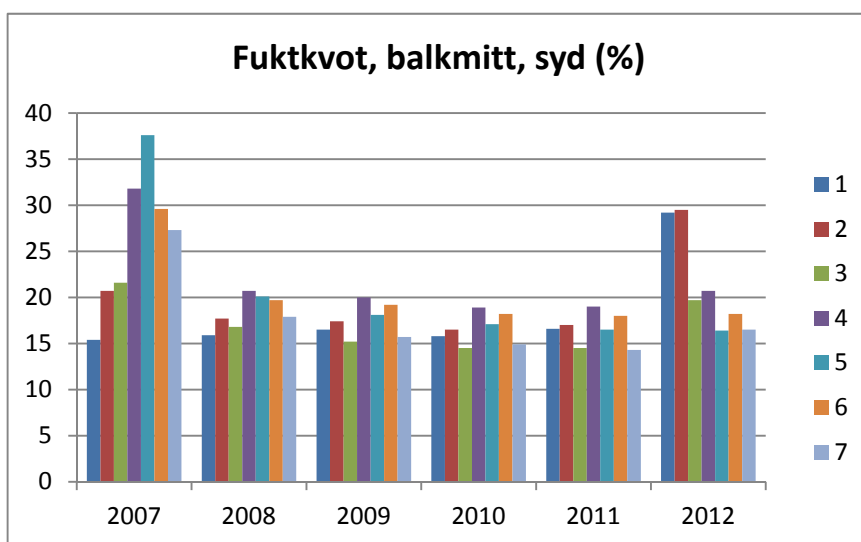
H7. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



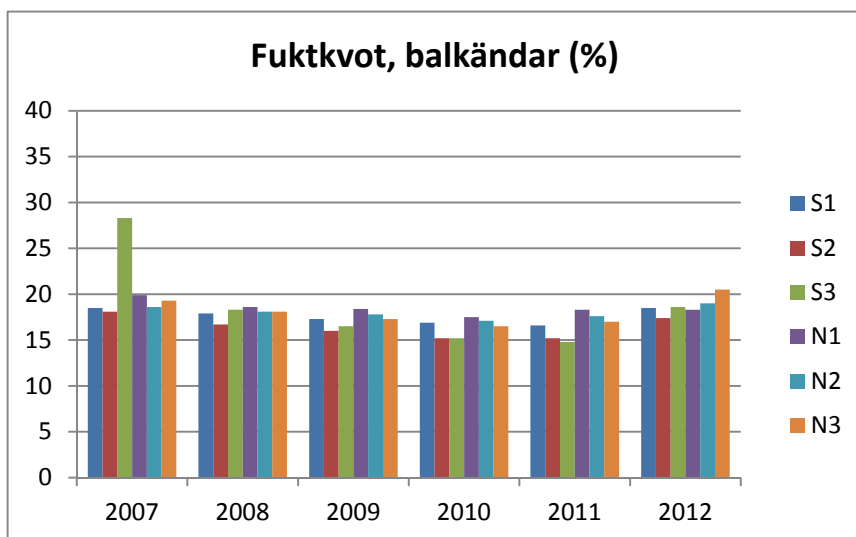
H7. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



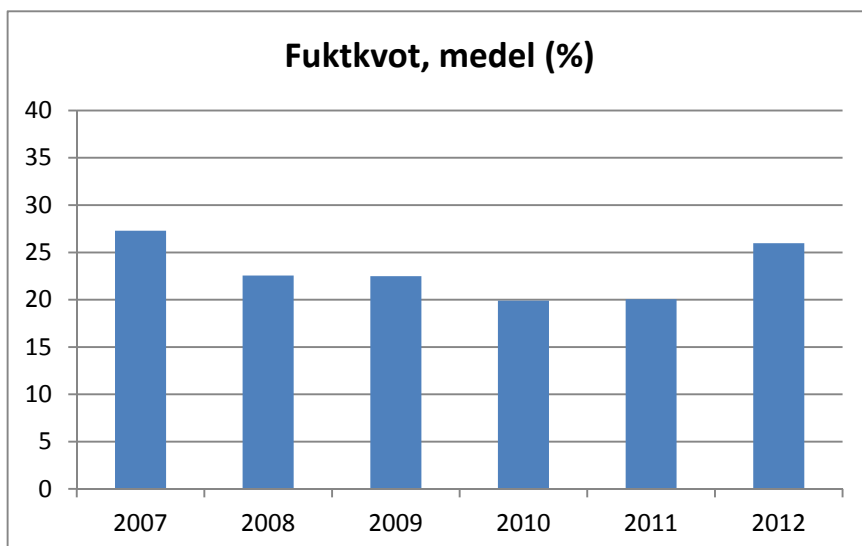
H8. Furu impregnerad. Vit. Höjd över mark: 1,45 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



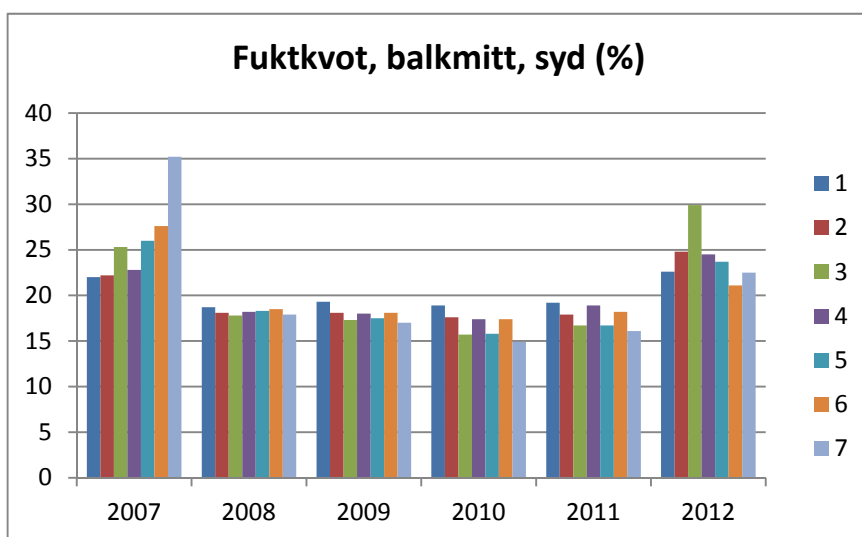
H8. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



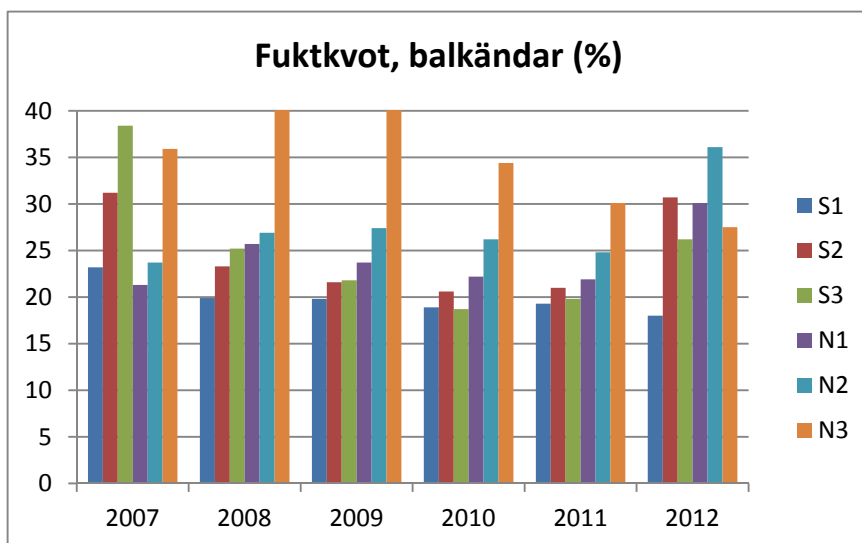
H8. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



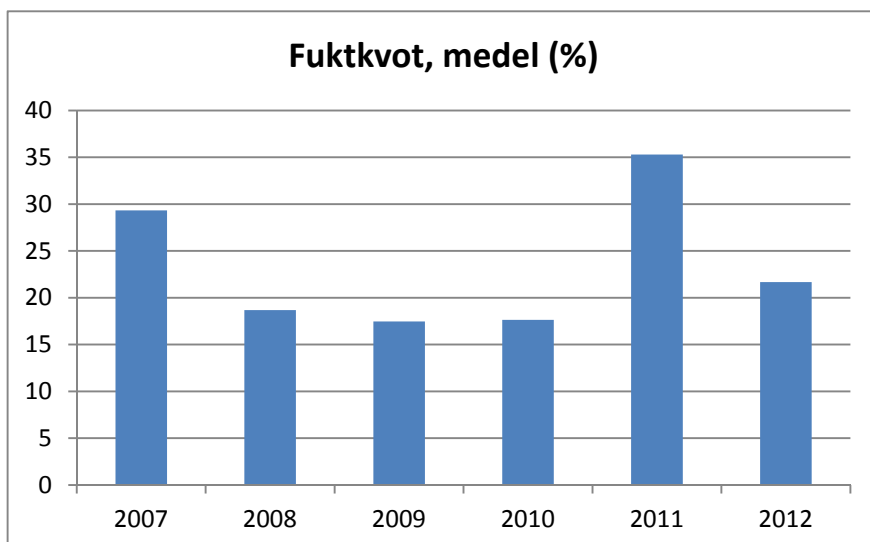
H9. Furu impregnerad. Vit. Höjd över mark: 1,9 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



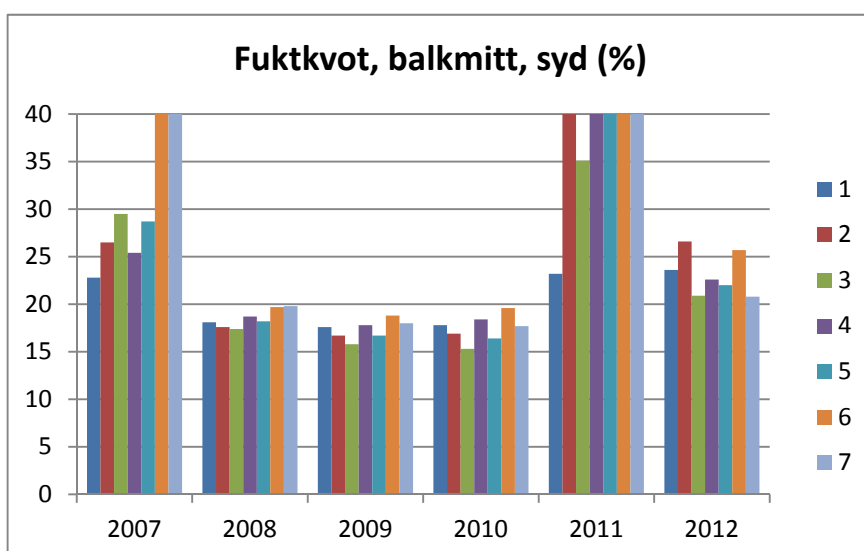
H9. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



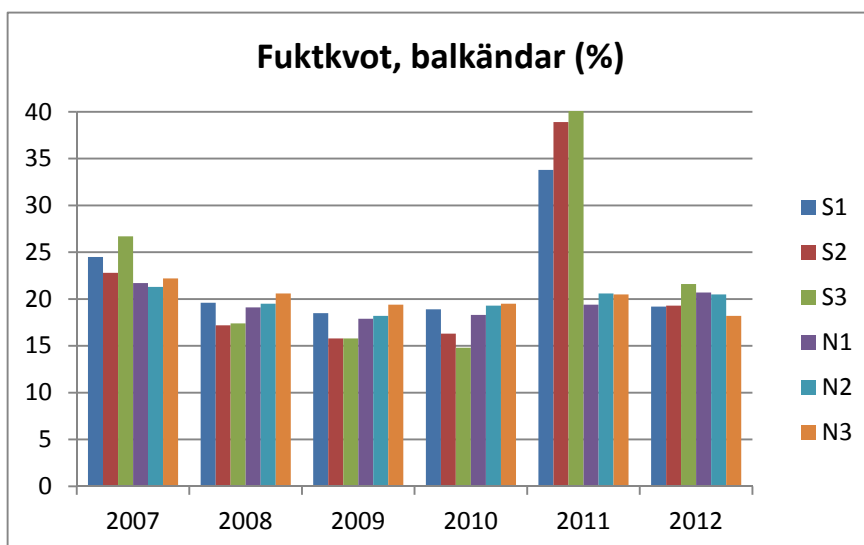
H9. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



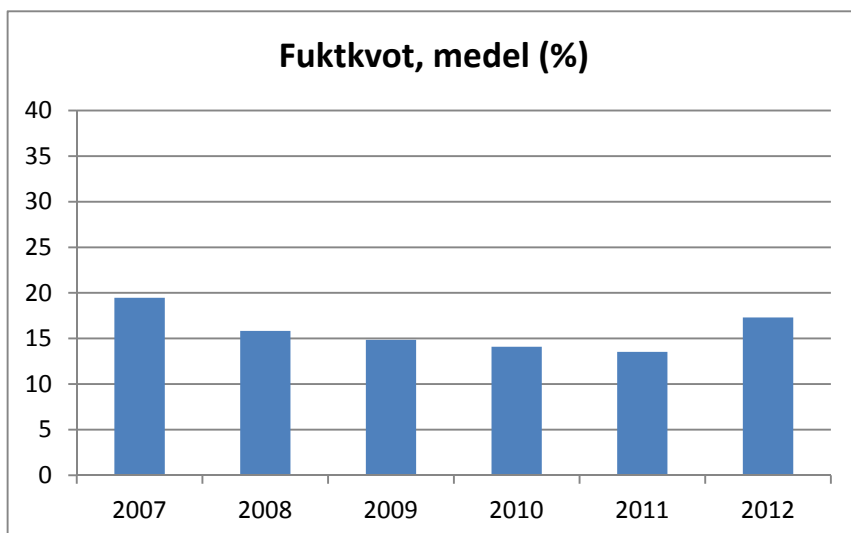
H10. Furu impregnerad. Vit. Höjd över mark: 1,0 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



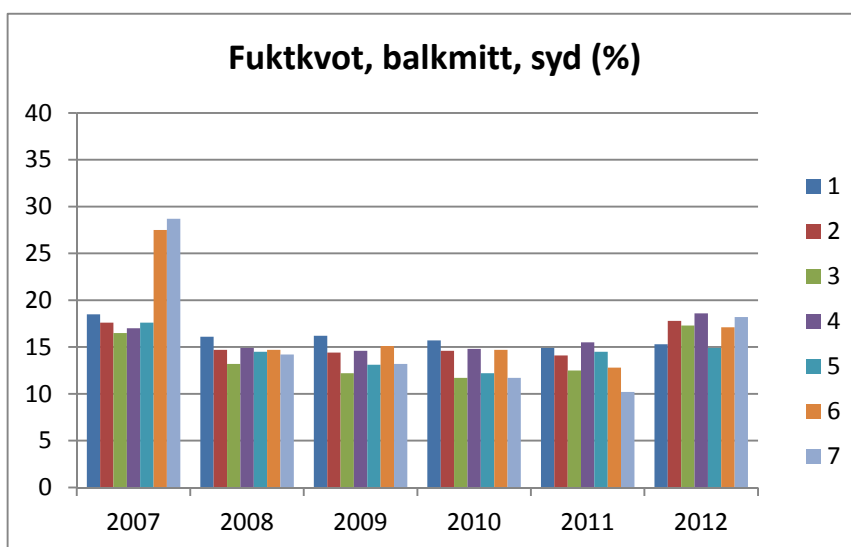
H10. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



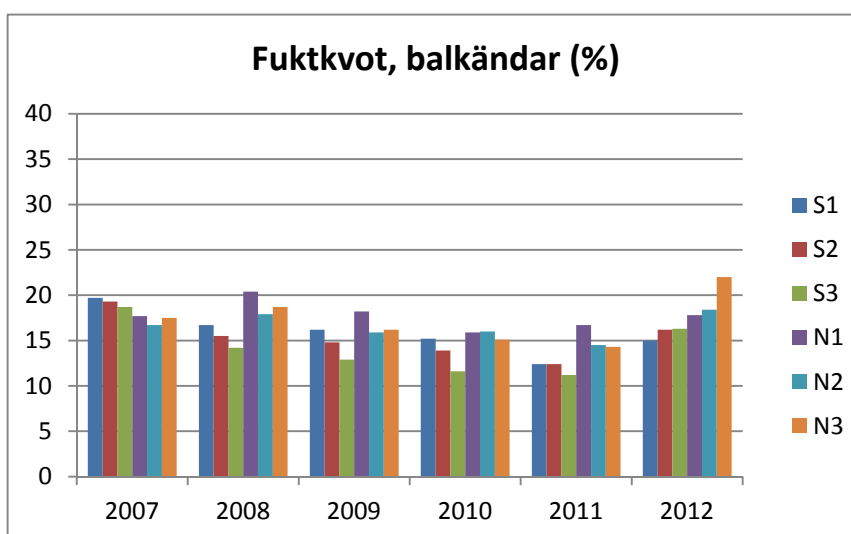
H10. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



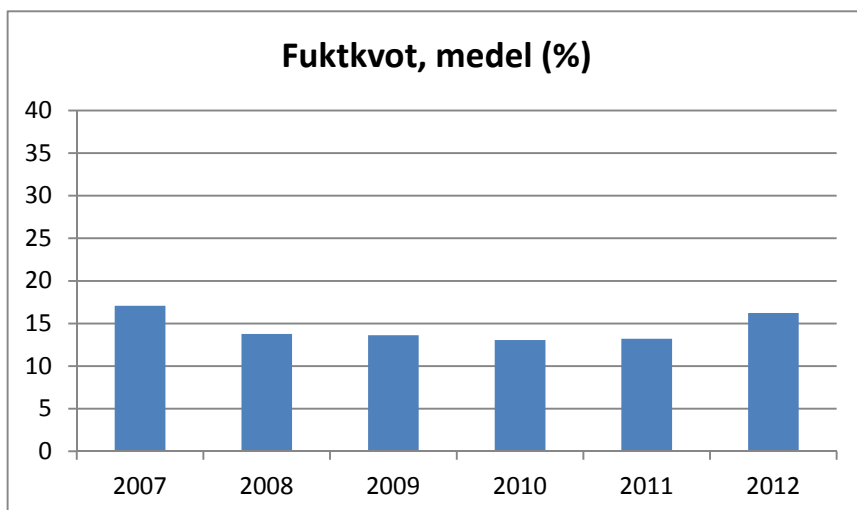
H11. Furu impregnerad. Röd. Höjd över mark: 2,8 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



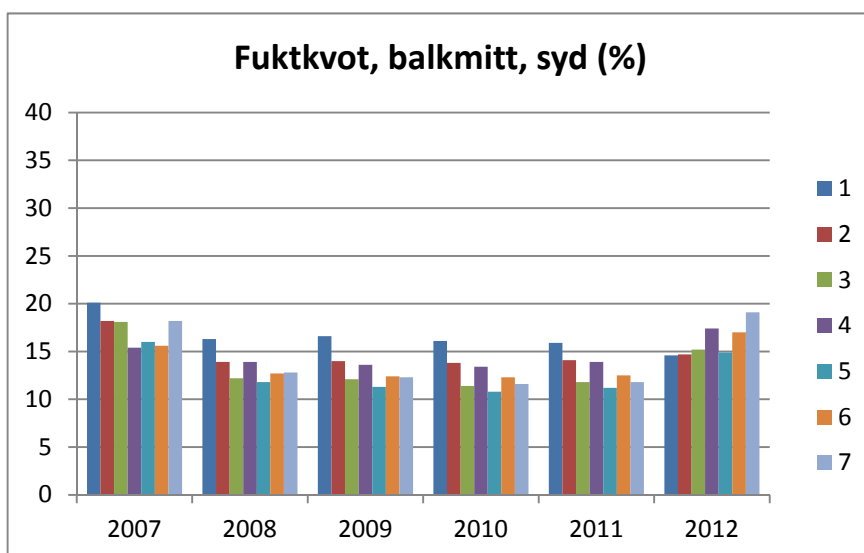
H11. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



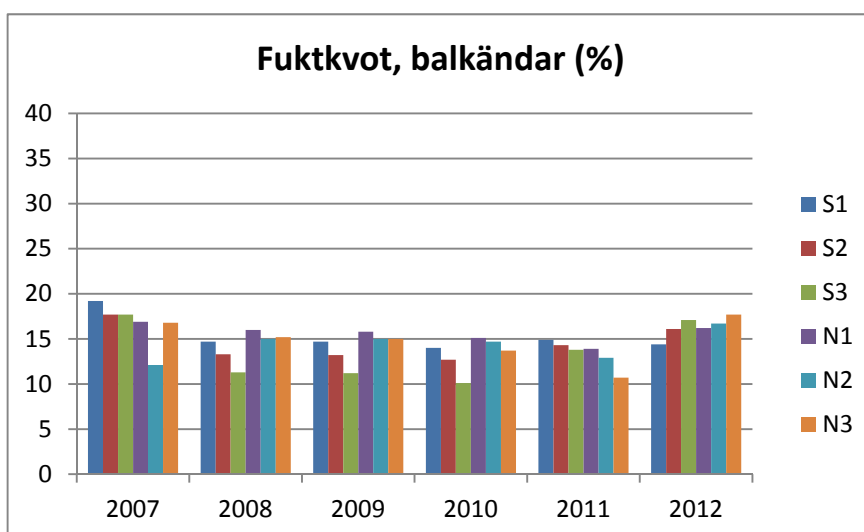
H11. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan.



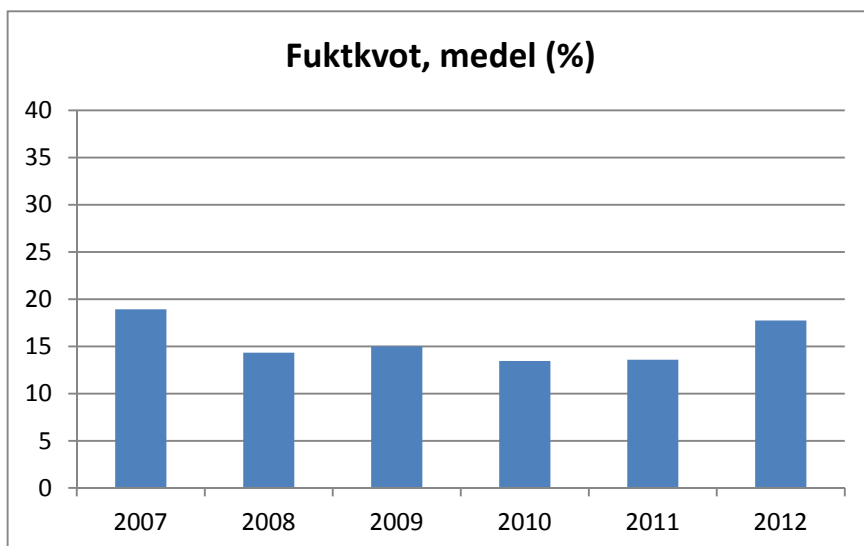
H12. Furu impregnerad. Röd. Höjd över mark: 1,45 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012.



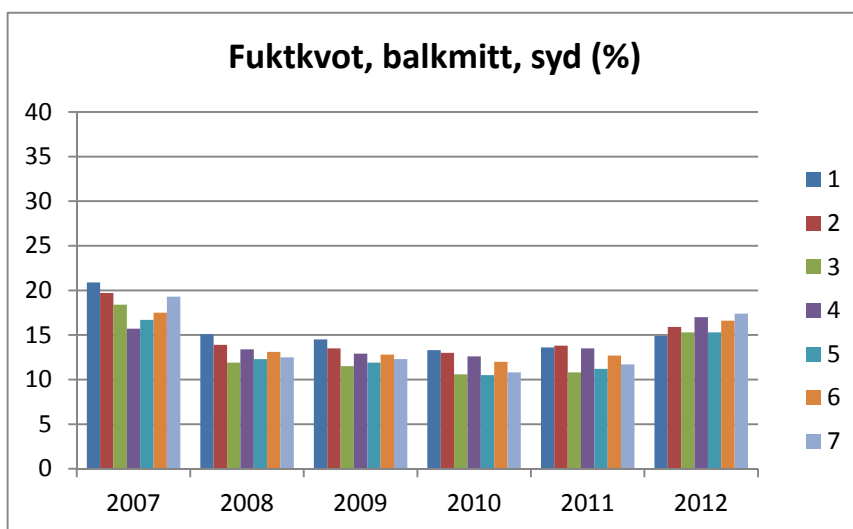
H12. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



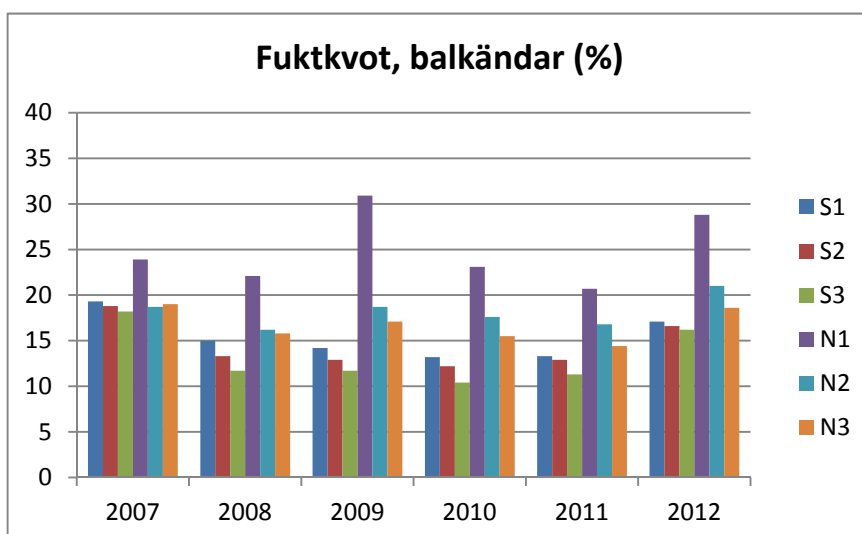
H12. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



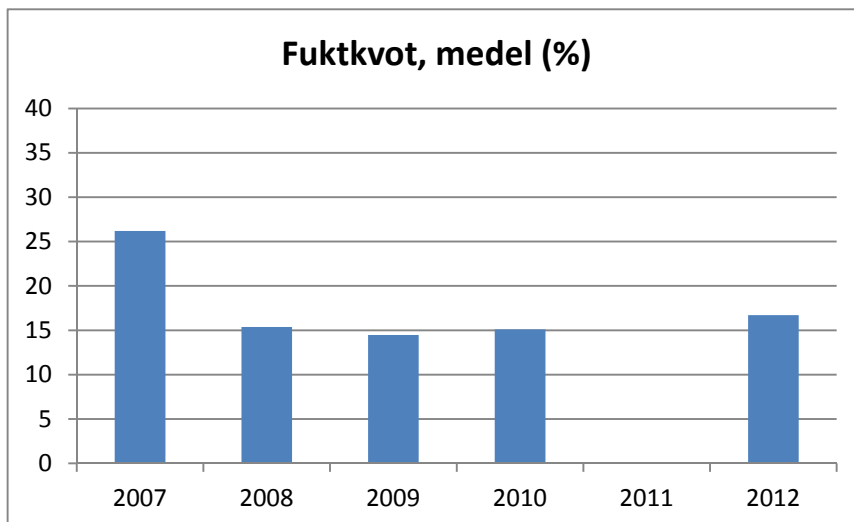
H13. Furu impregnerad. Röd. Höjd över mark: 1,0 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



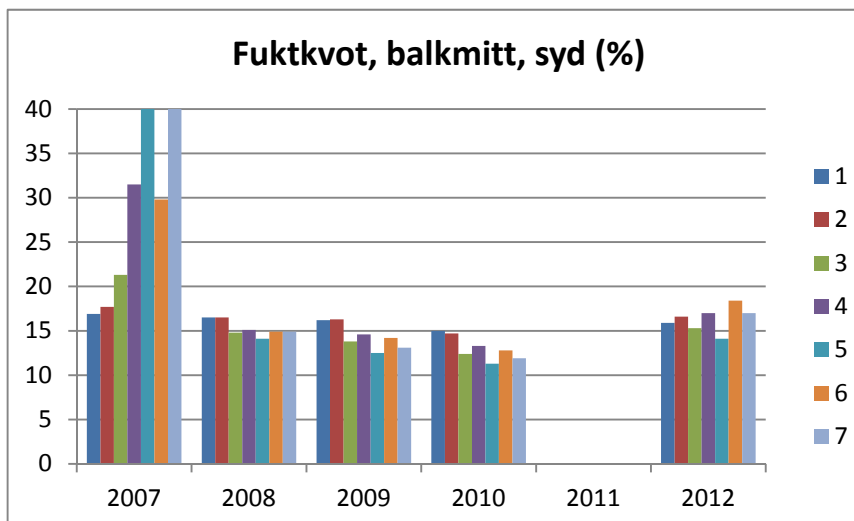
H13. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



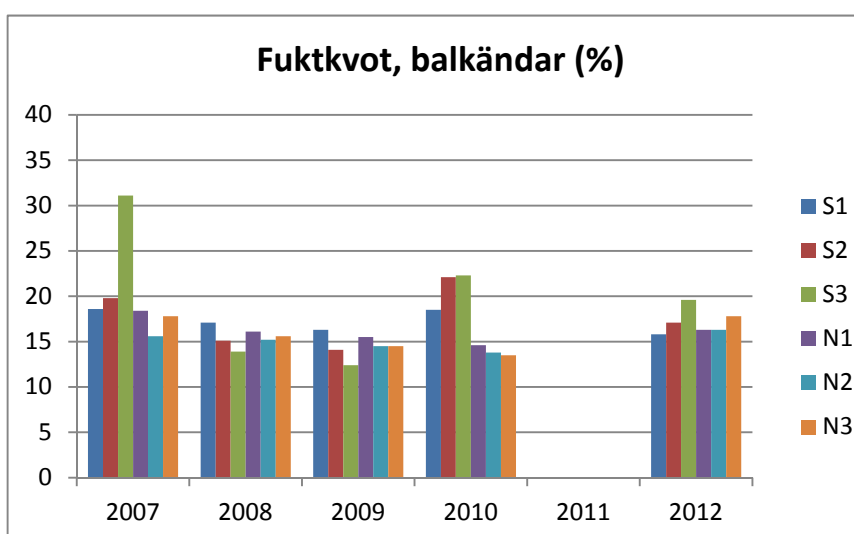
H13. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



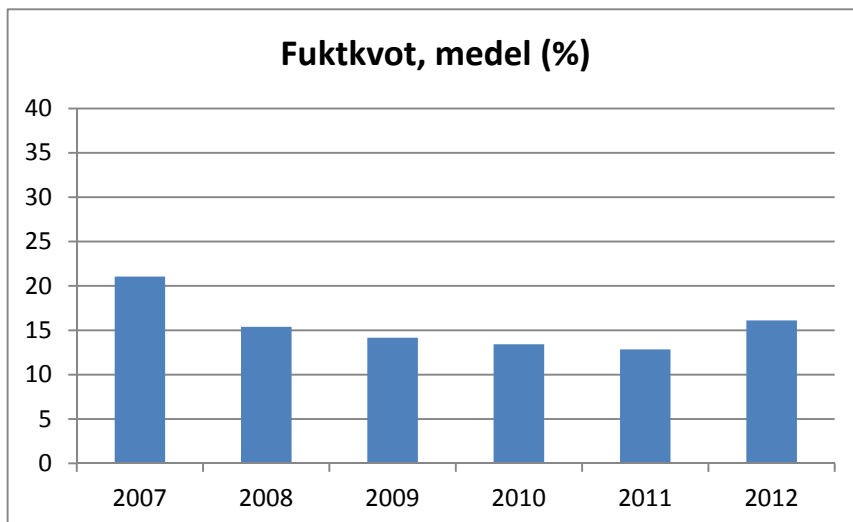
H14. Furu impregnerad. Röd. Höjd över mark: 2,35 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



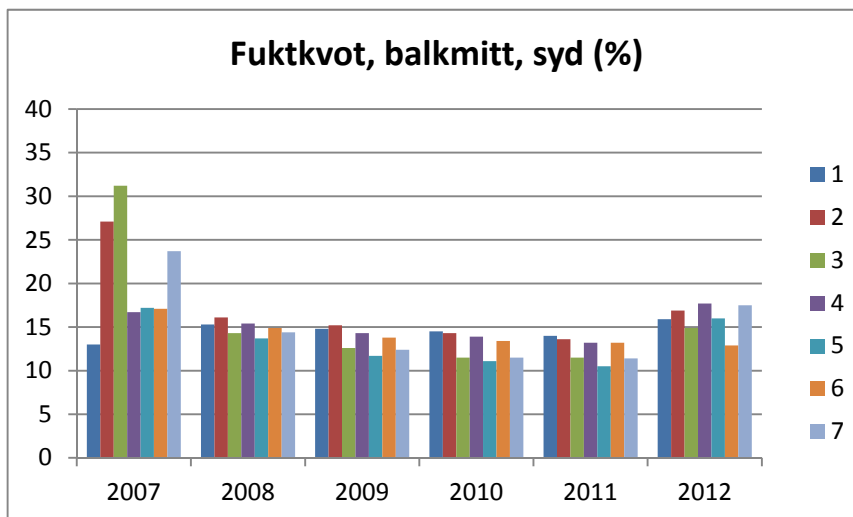
H14. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



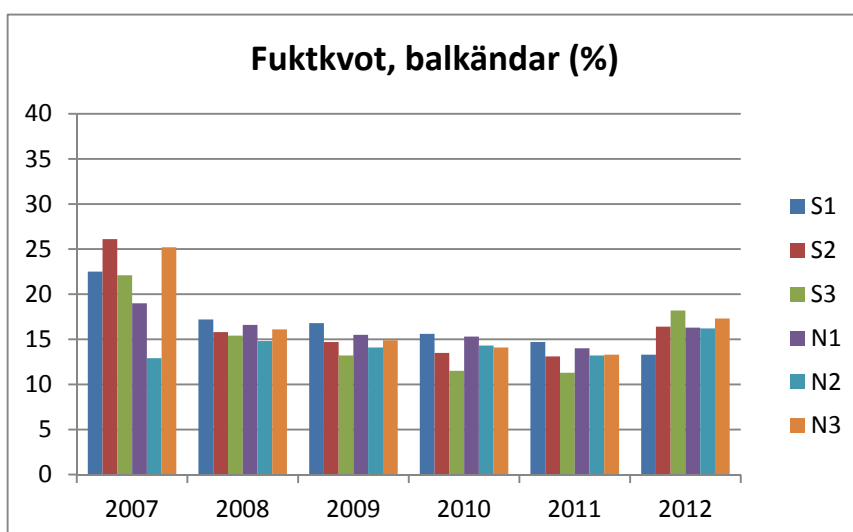
H14. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



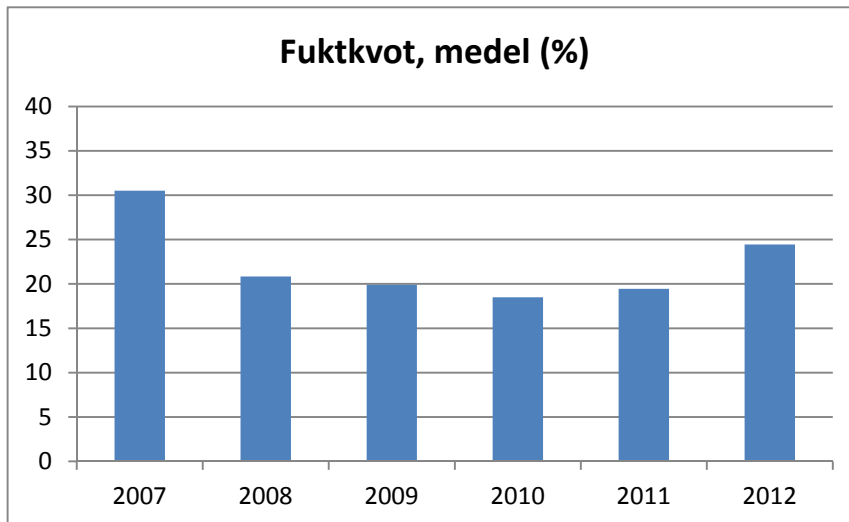
H15. Furu impregnerad. Röd. Höjd över mark: 1,9 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



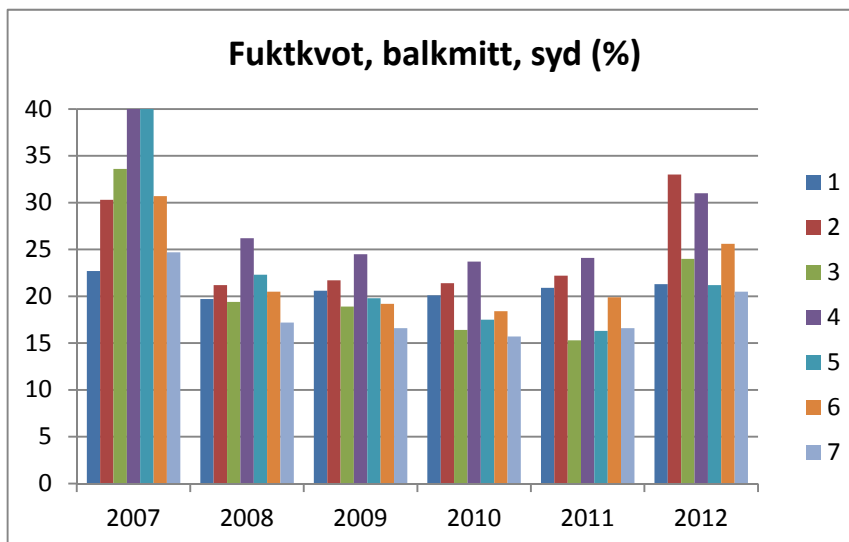
H15. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



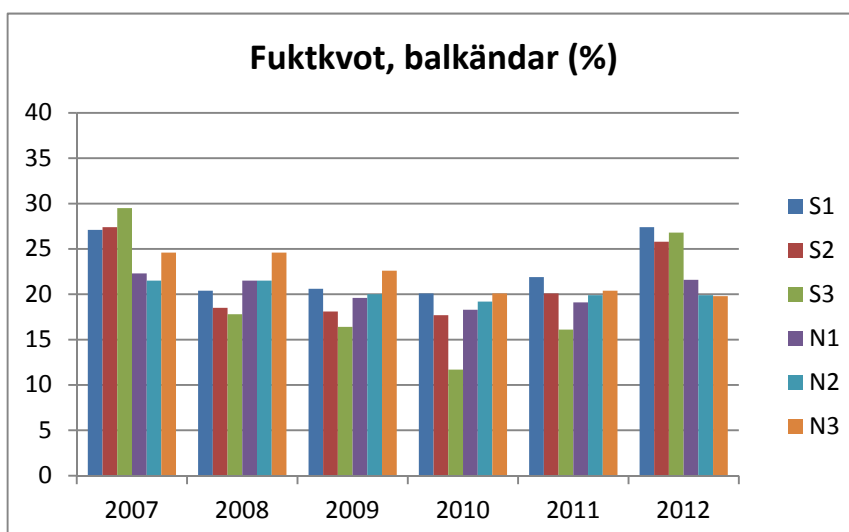
H15. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



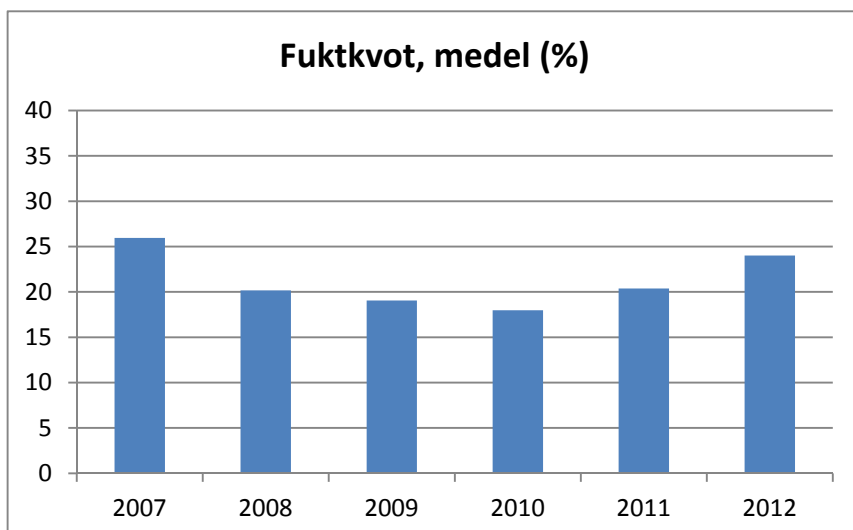
H16. Gran. Röd. Höjd över mark: 1,0 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



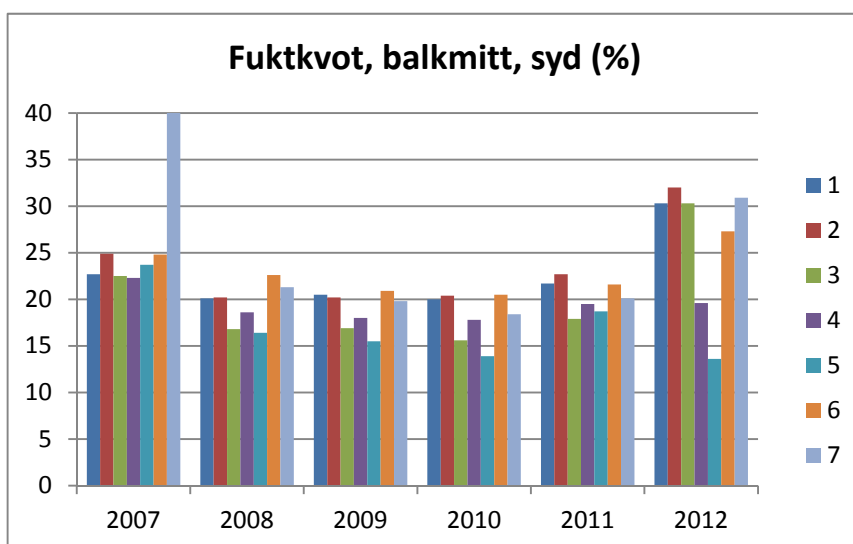
H16. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



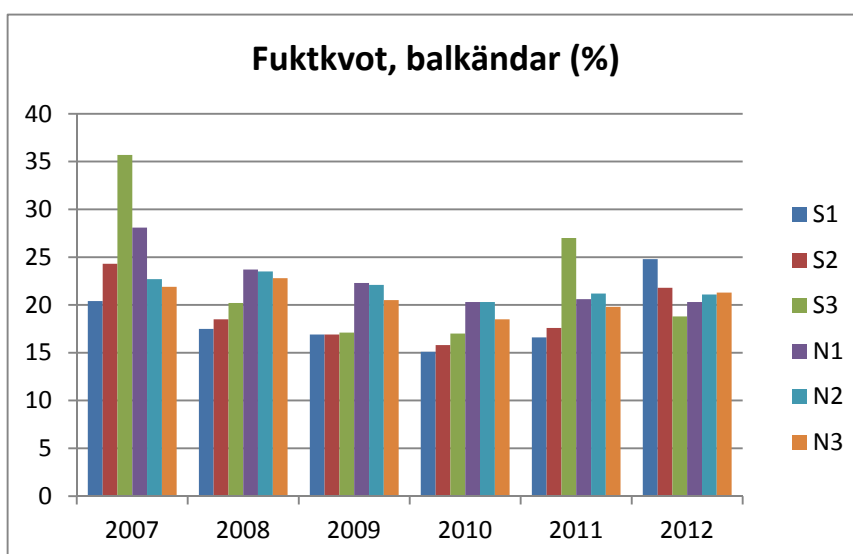
H16. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



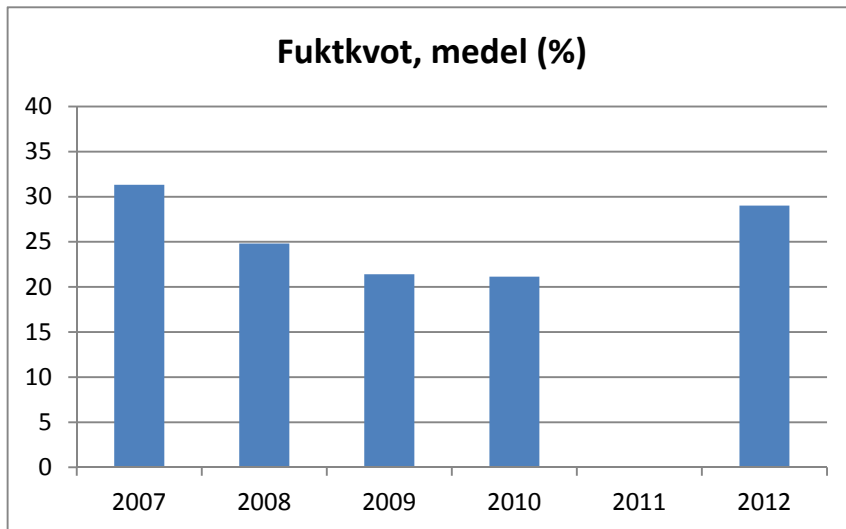
H17. Gran. Röd. Höjd över mark: 1,45 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



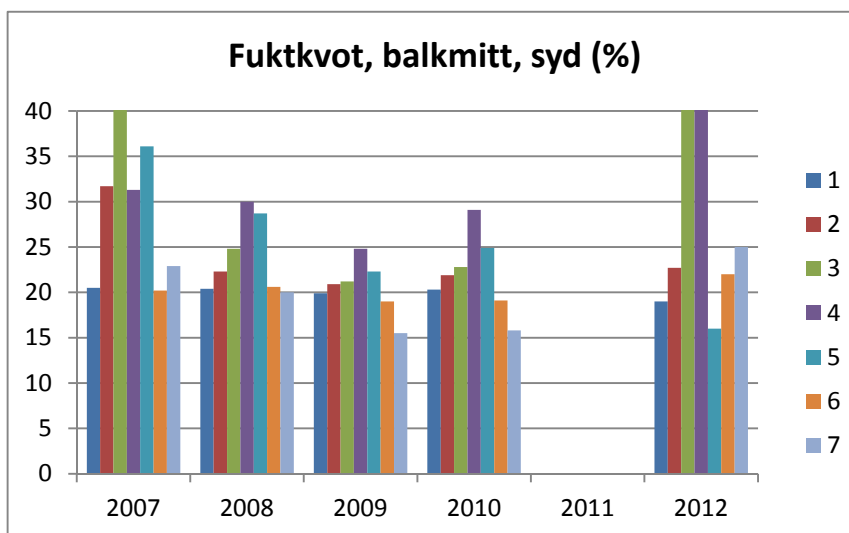
H17. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



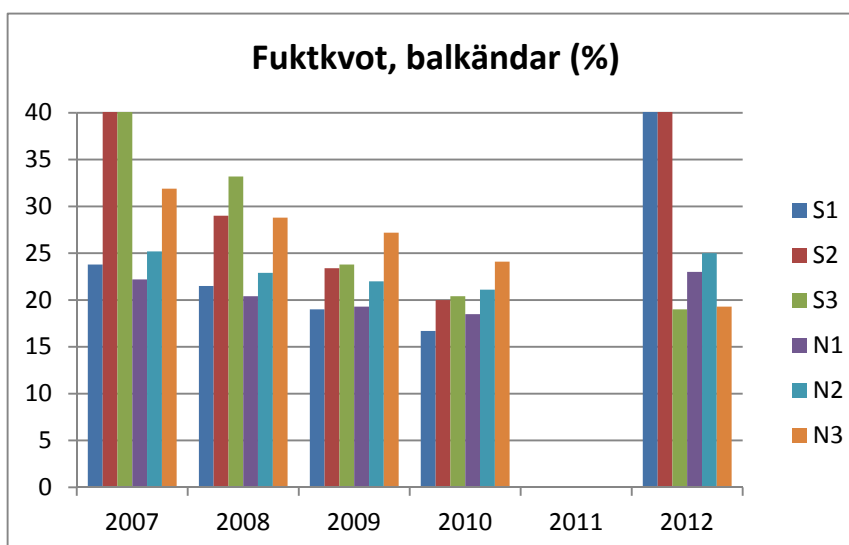
H17. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



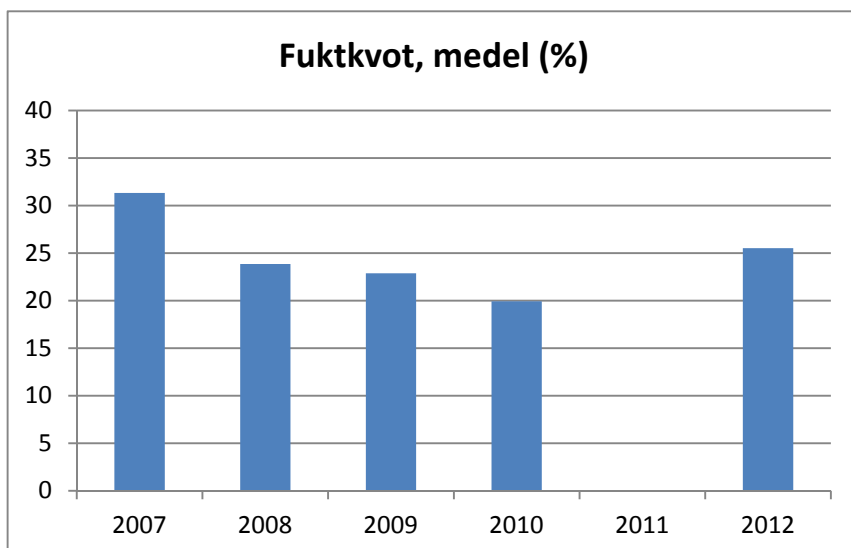
H18. Gran. Röd. Höjd över mark: 1,9 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



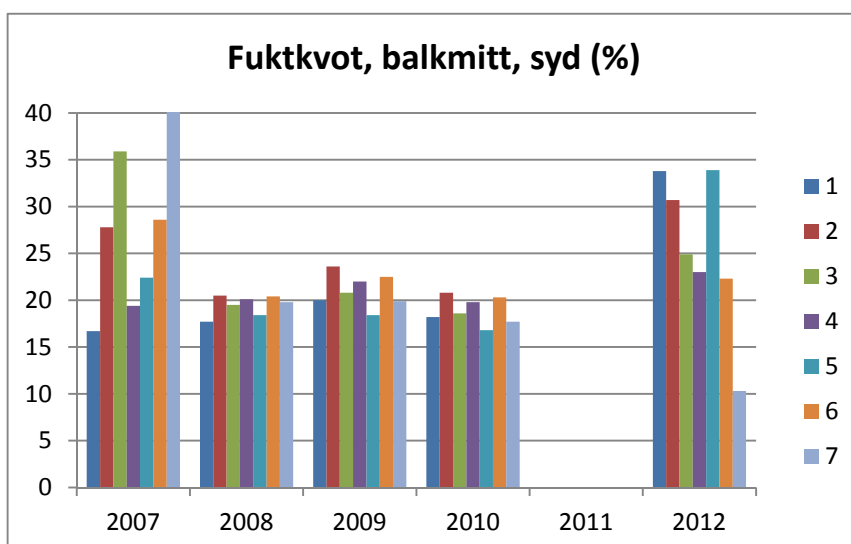
H18. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



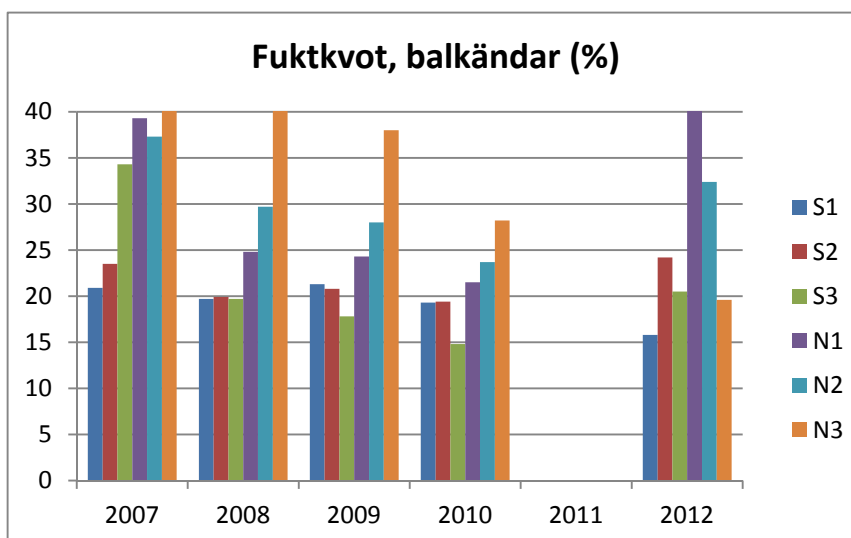
H18. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



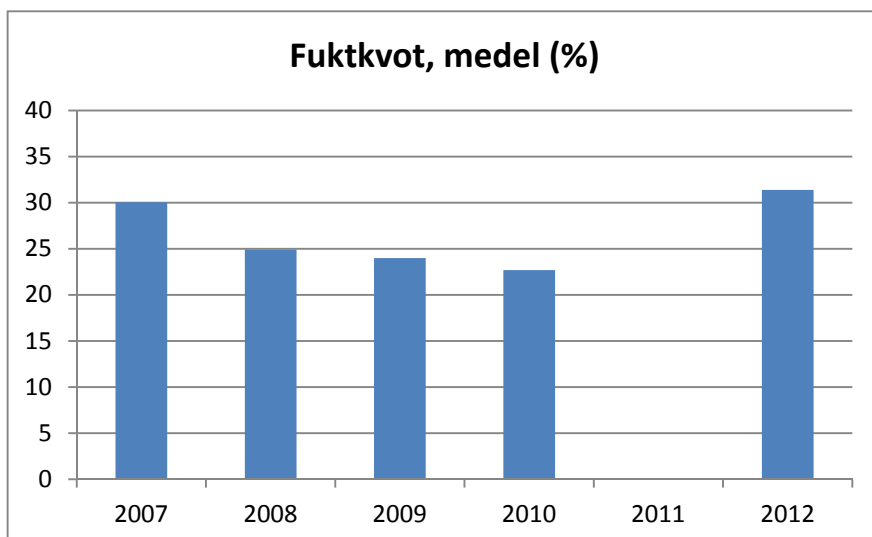
H19. Gran. Röd. Höjd över mark: 2,8 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



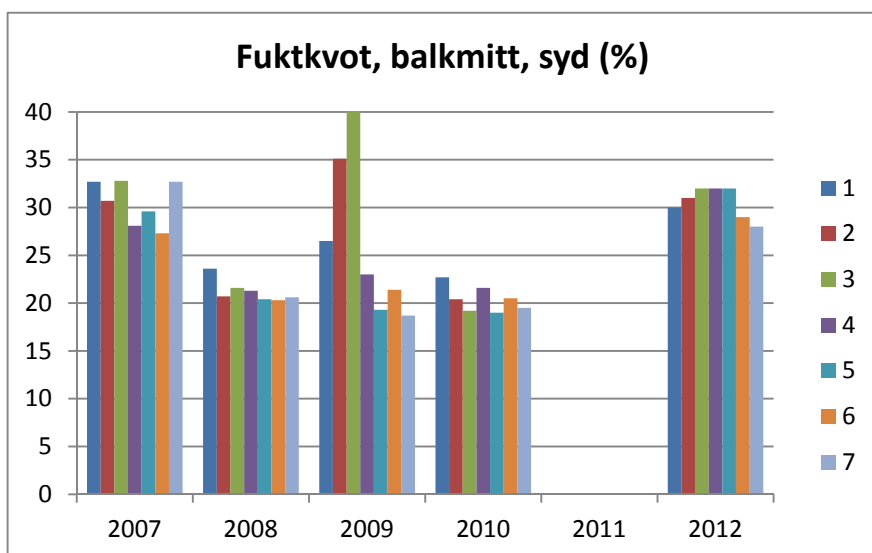
H19. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



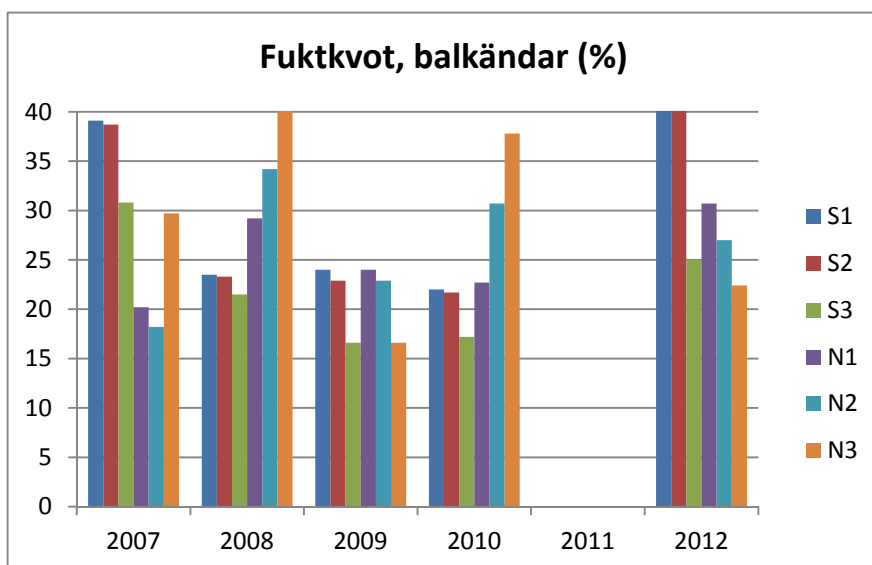
H19. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan



H20. Gran. Röd. Höjd över mark: 2,35 m. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2012



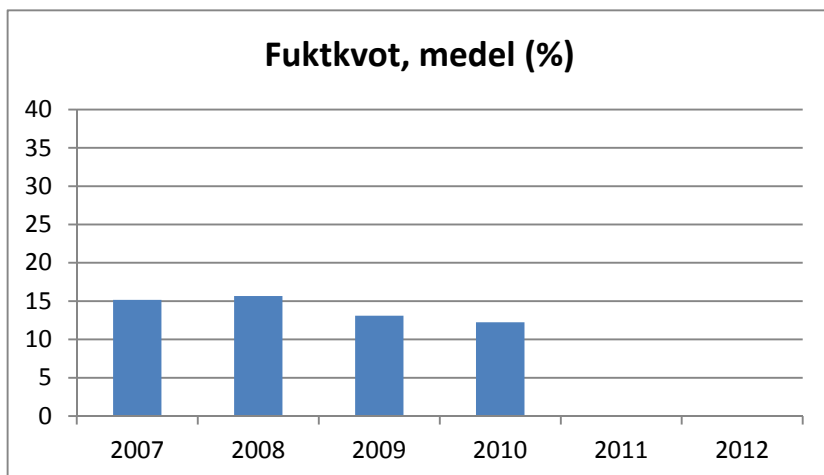
H20. Fuktmätning vid balkmitt på södra sidan, i punkterna 1-7



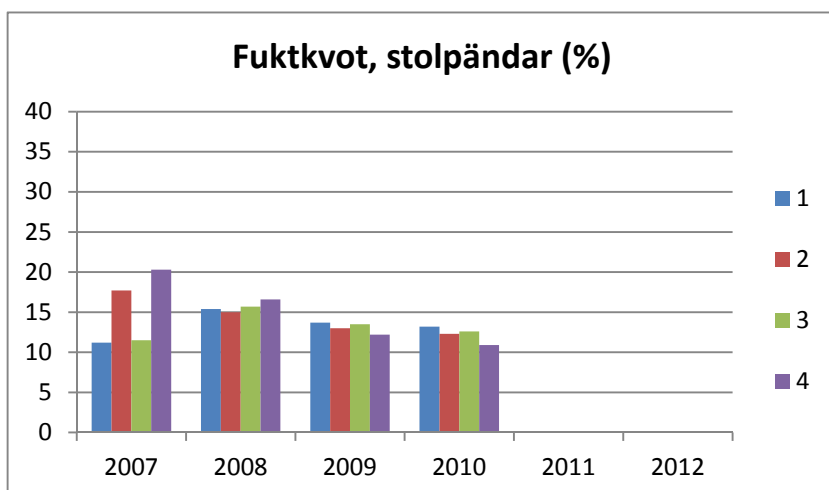
H20. Fuktmätning vid balkändar i punkterna 1-3 på sydöstra respektive nordvästra sidan

Bilaga 2. Stolpar Bygdsiljum, fuktkvot vid fasta stift

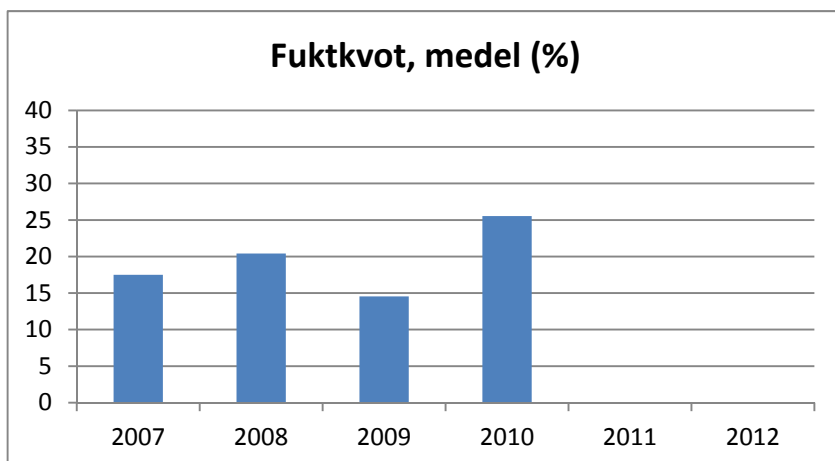
Manuell mätning i punkter 1-4, enligt figur 10. Manuella mätningar utfördes 2007-2010.



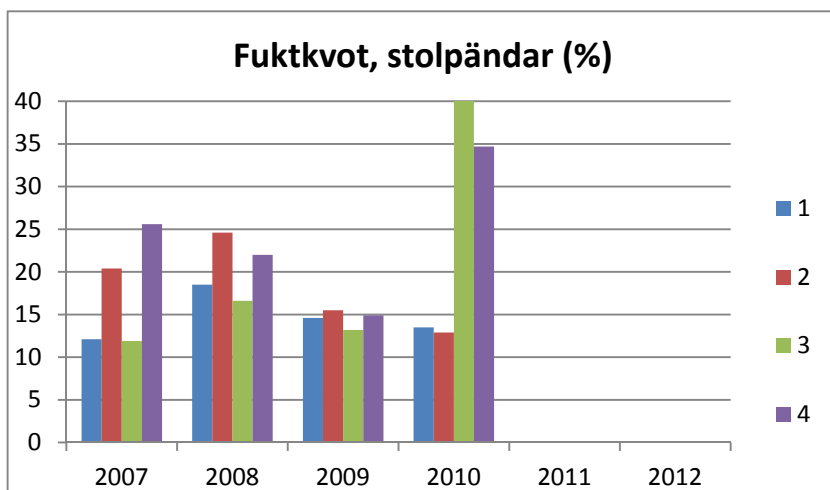
H21. Furu impregnerad, oljad. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



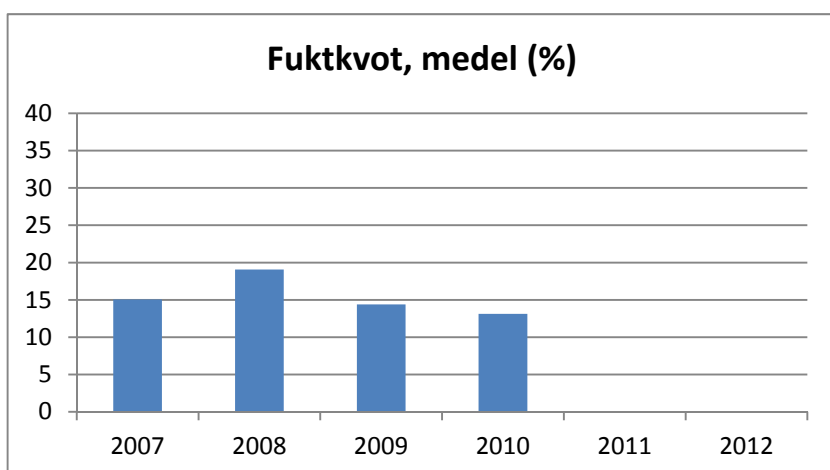
H21. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



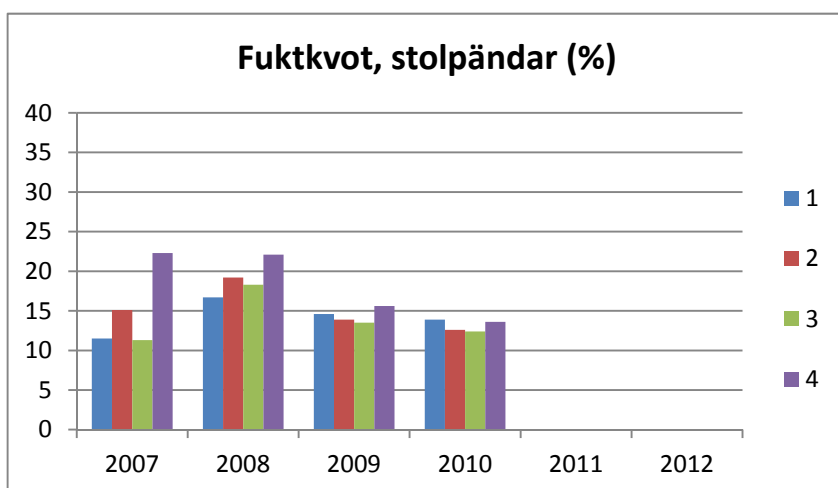
H22. Furu impregnerad, oljad. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



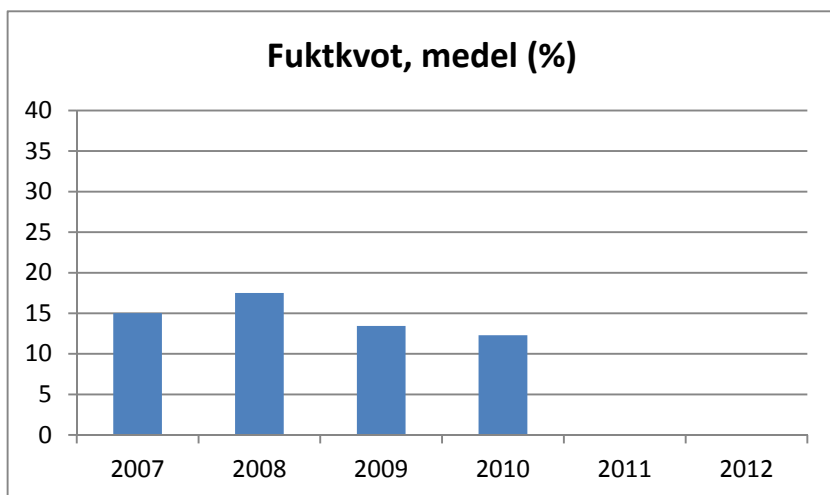
H22. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



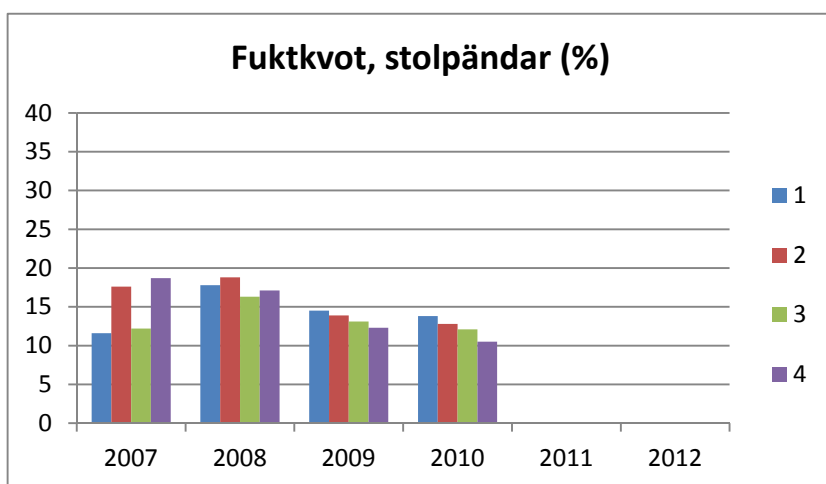
H23. Furu impregnerad, oljad. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



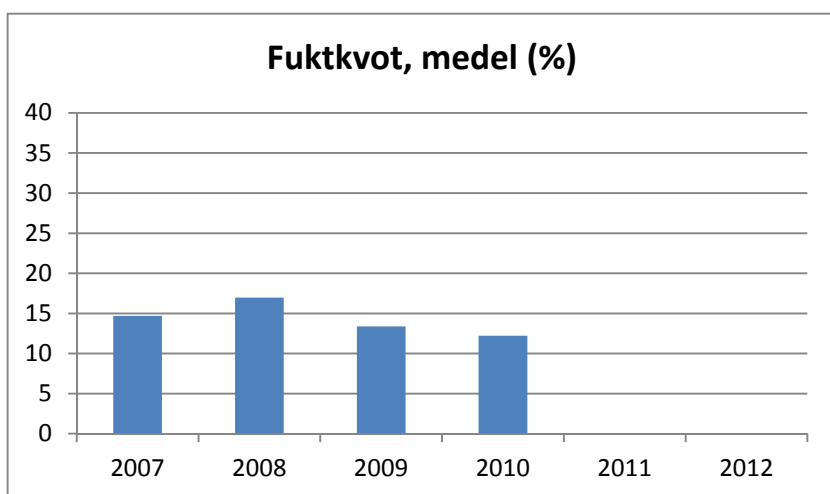
H23. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



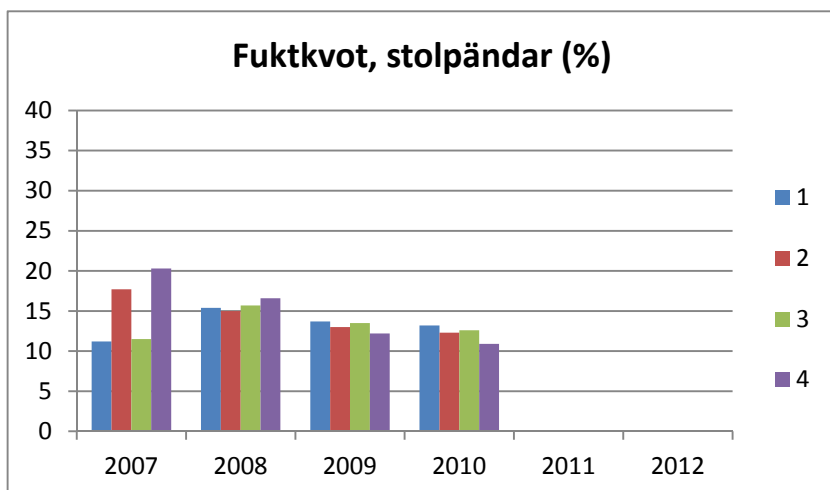
H24. Furu impregnerad, oljad. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



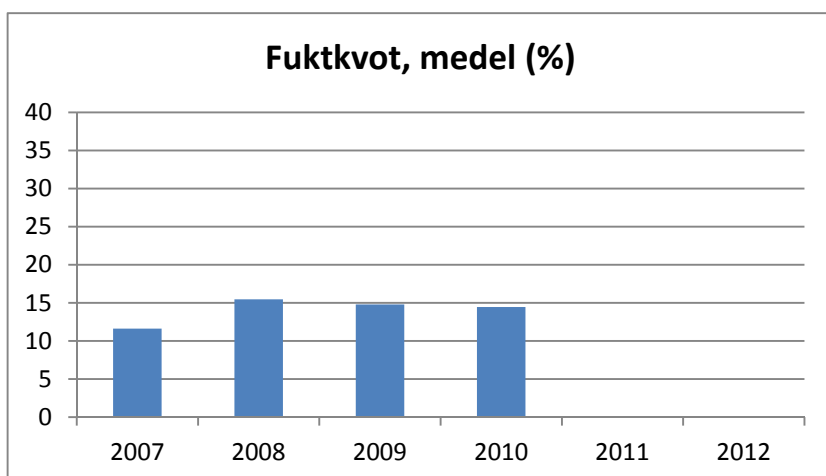
H24. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



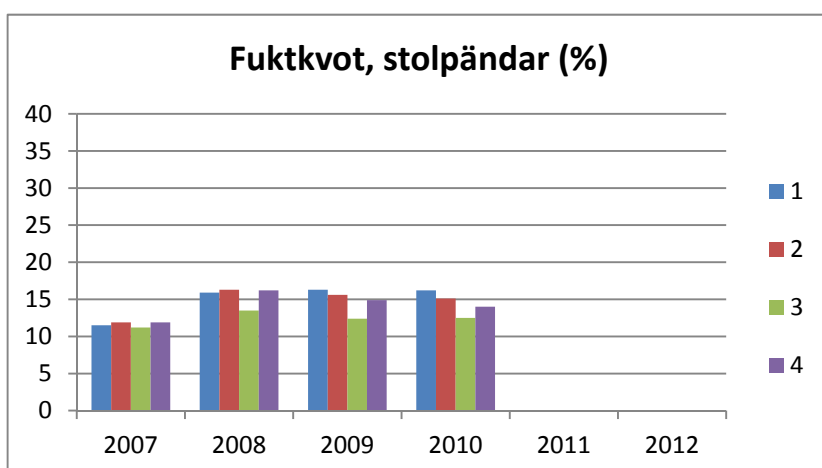
H25. Furu impregnerad, oljad. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



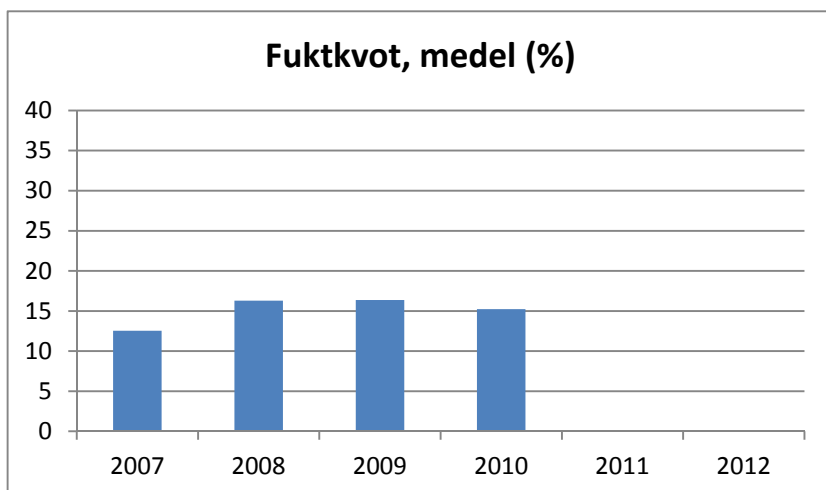
H25. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



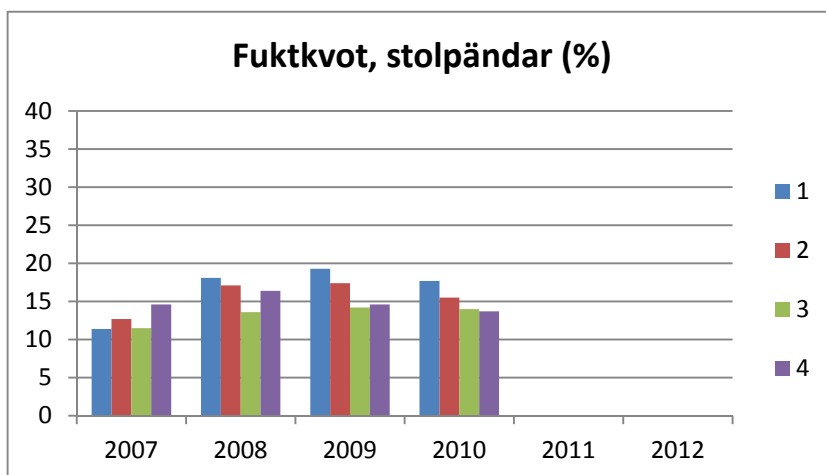
H26. Gran, målad vit. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010.



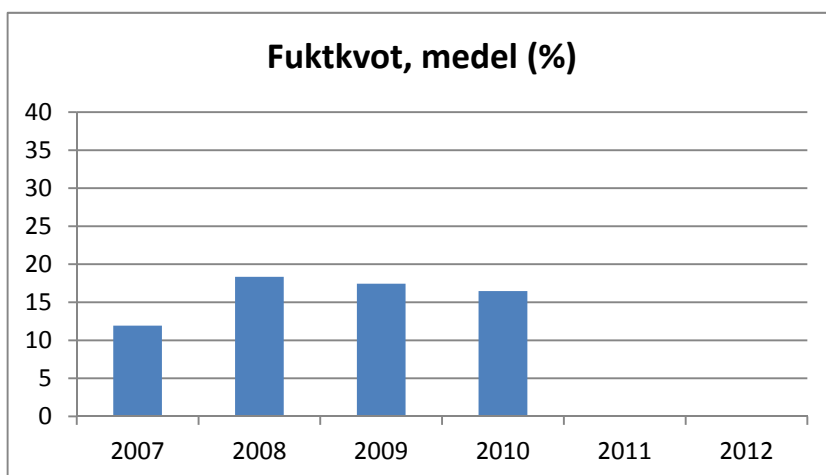
H26. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



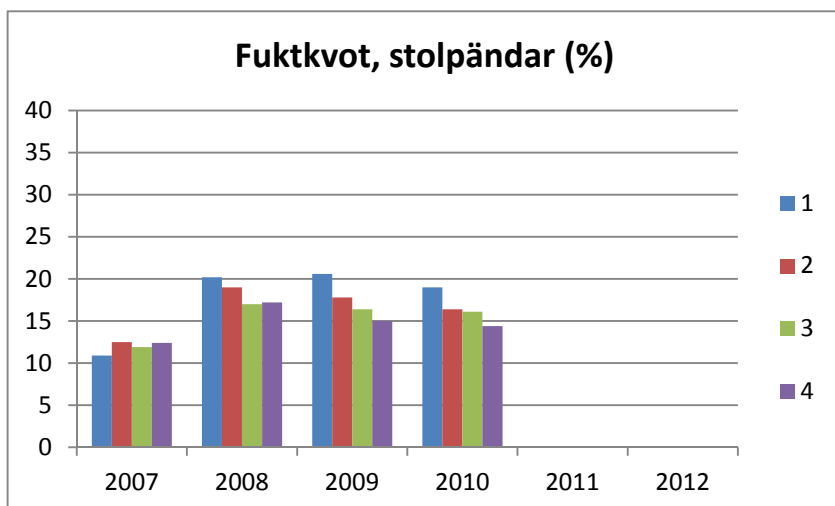
H27. Gran, målad vit. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



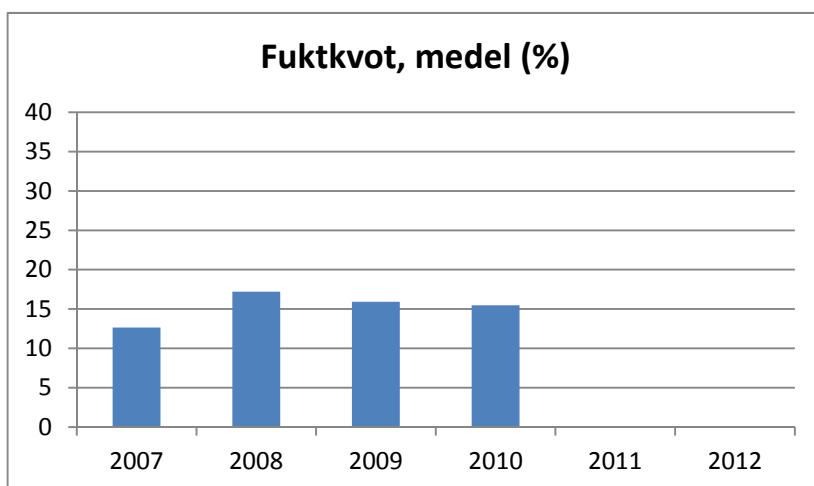
H27. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



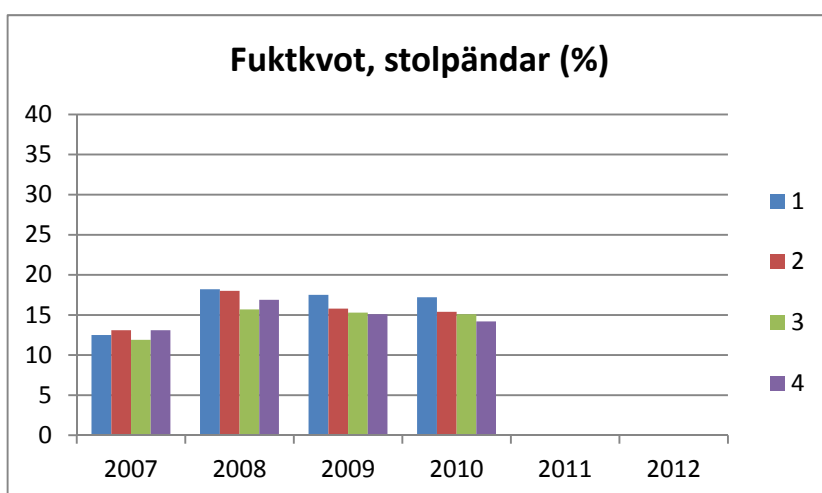
H28. Gran, målad vit. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



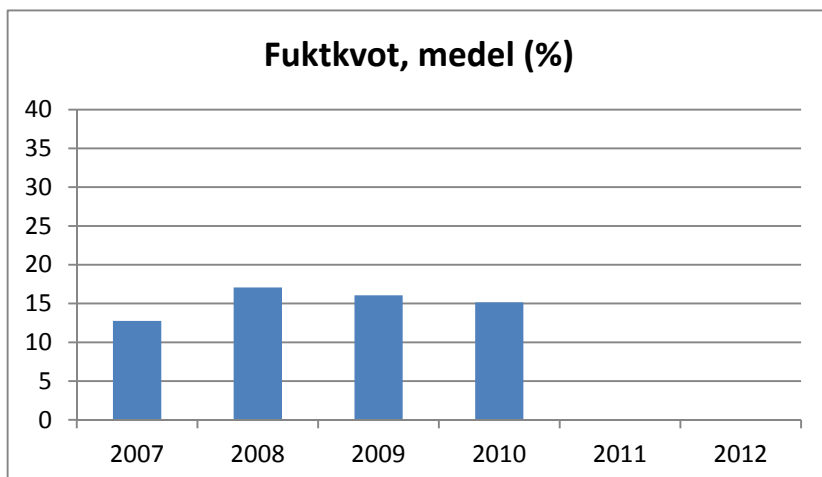
H28. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



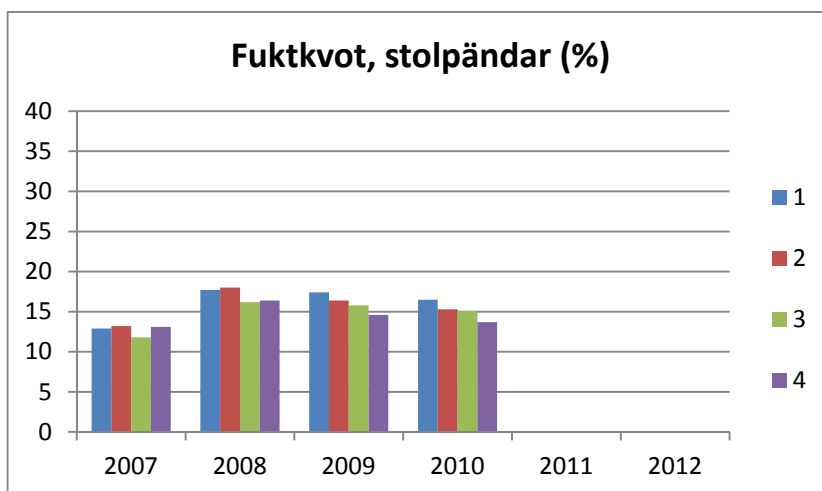
H29. Gran, målad vit. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



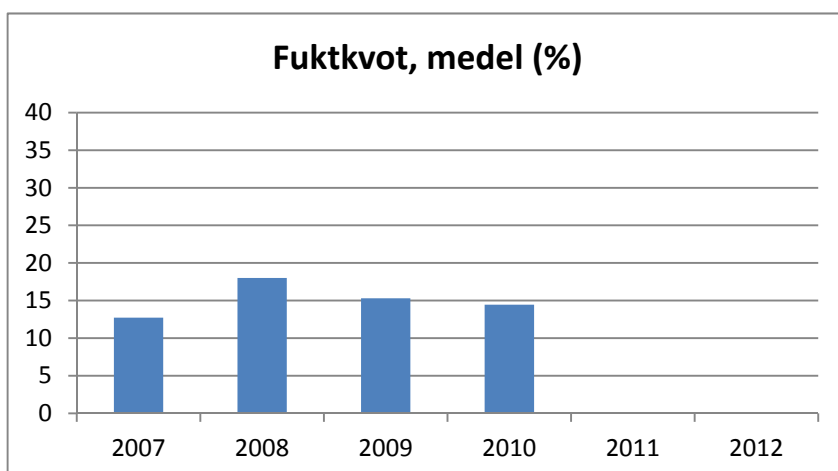
H29. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



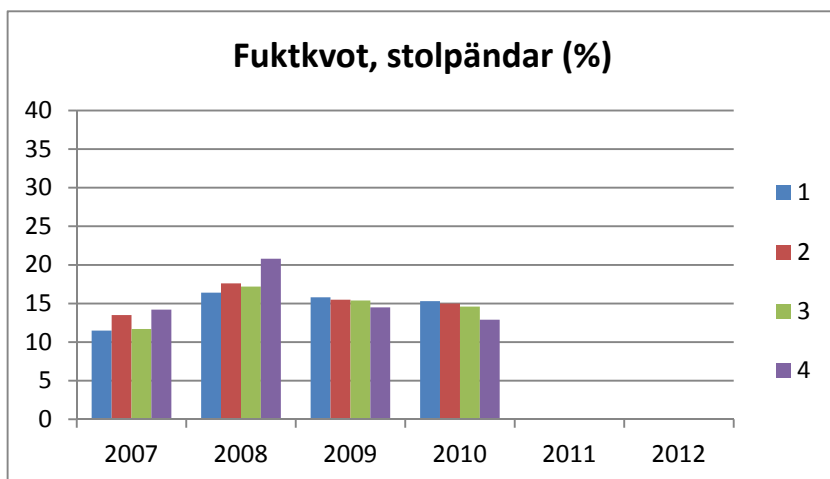
H30. Gran, målad vit. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



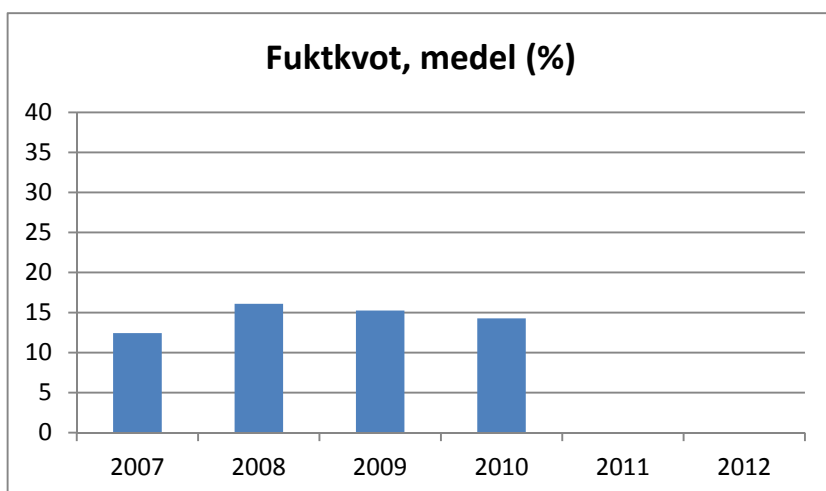
H30. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



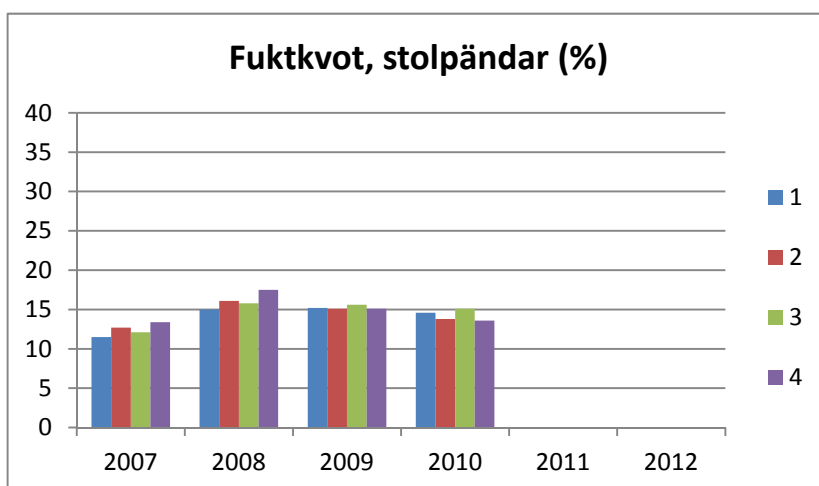
H31. Gran, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



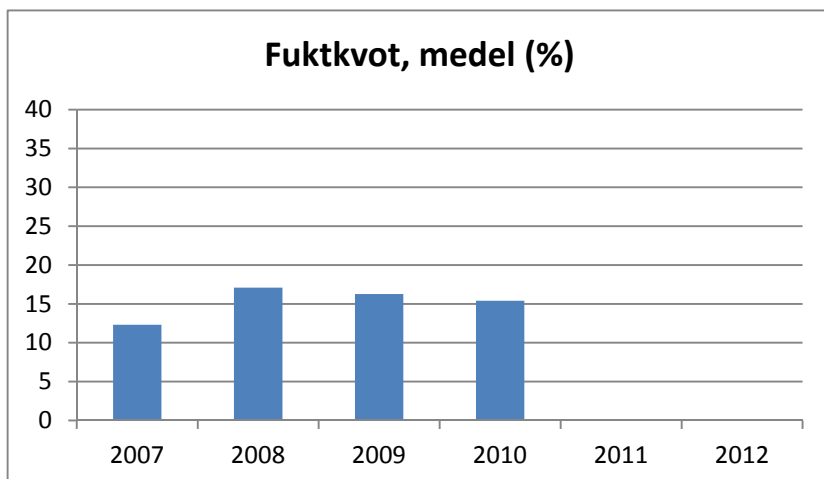
H31. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



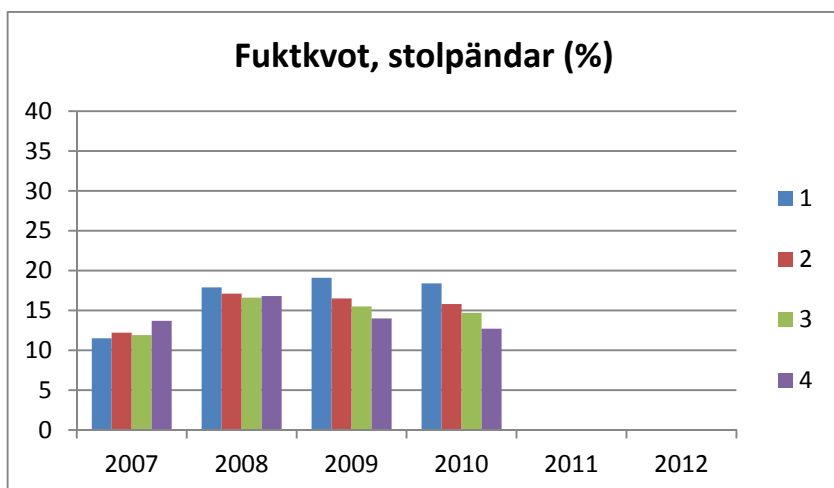
H32. Gran, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



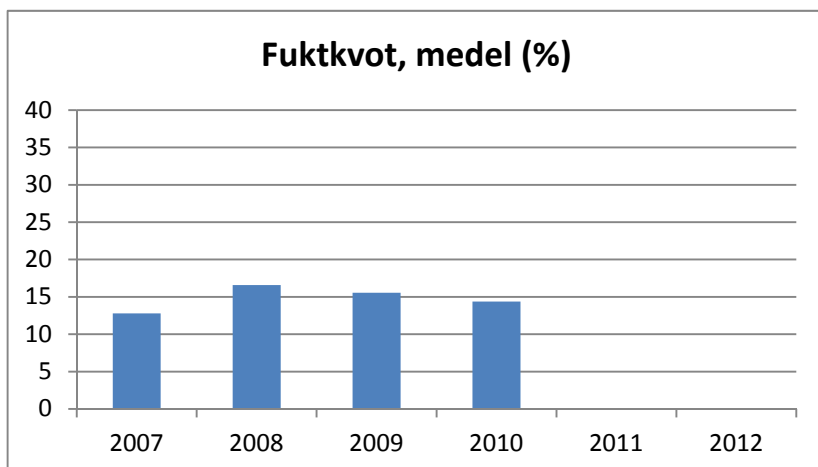
H32. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



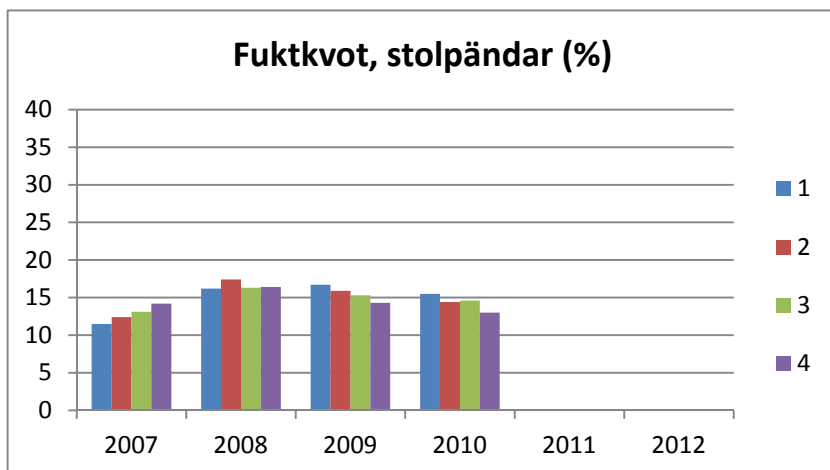
H33. Gran, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



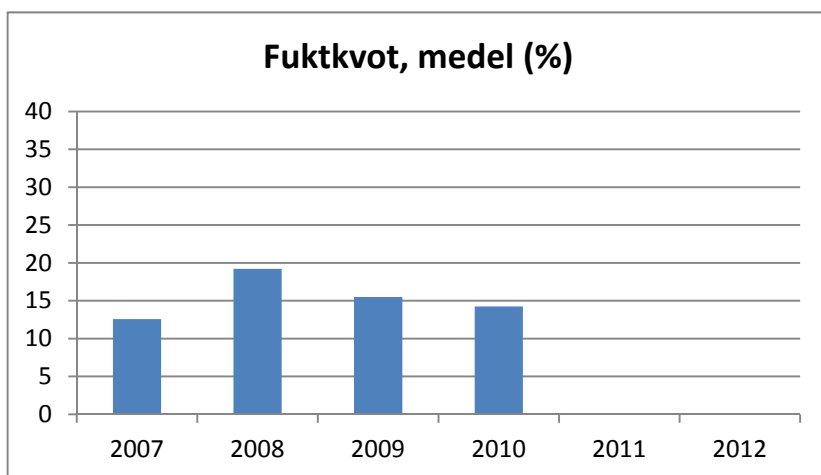
H33. Fuktmätning vid stolpändrar på södra sidan, i punkterna 1-4



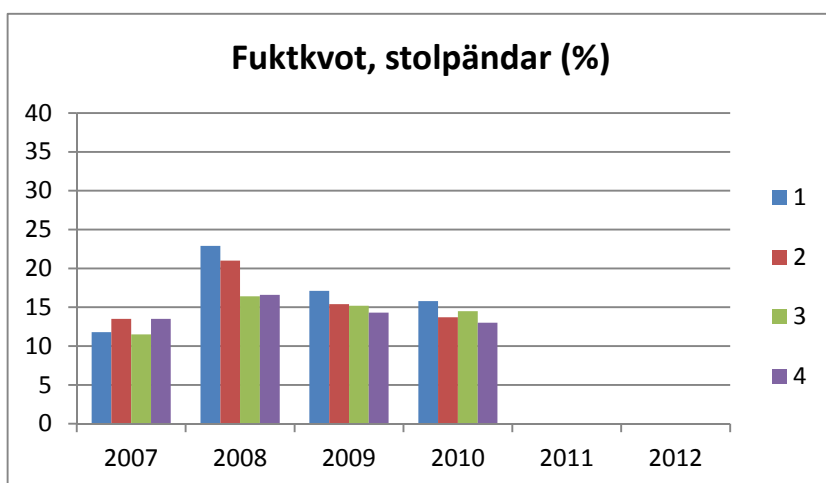
H34. Gran, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



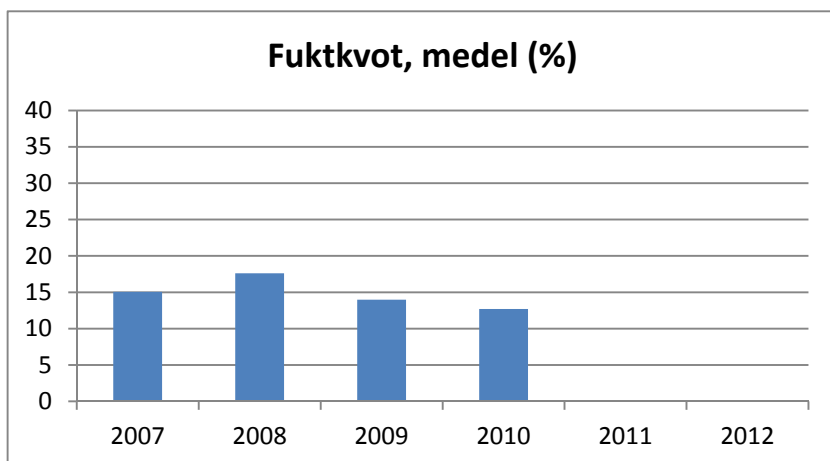
H34. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



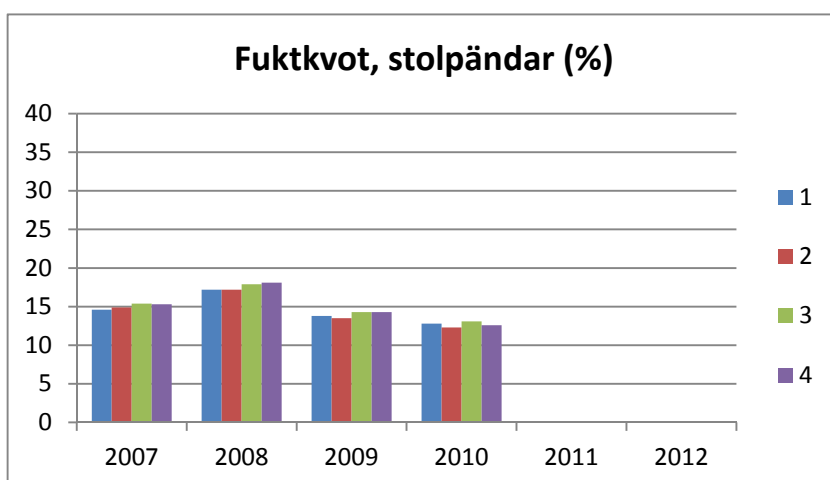
H35. Gran, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



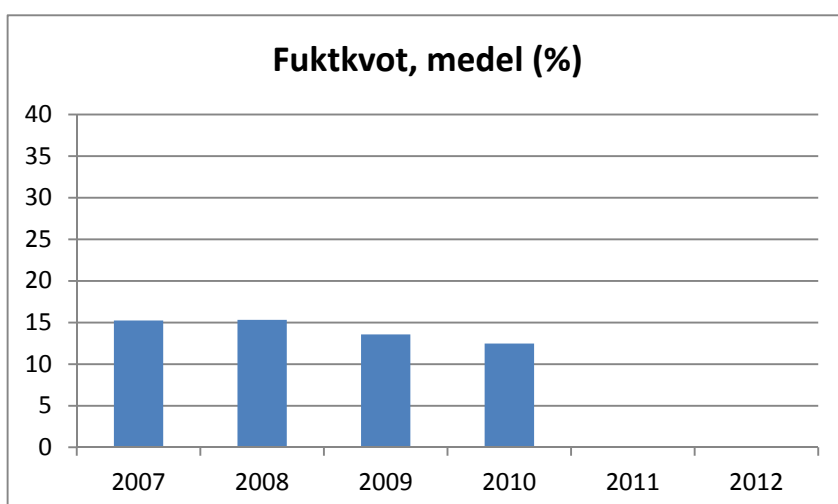
H35. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



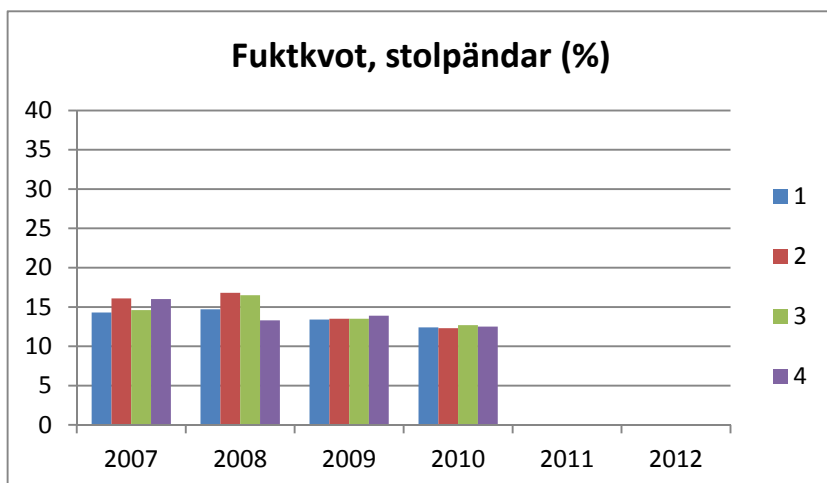
H36. Gran, ihålig, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



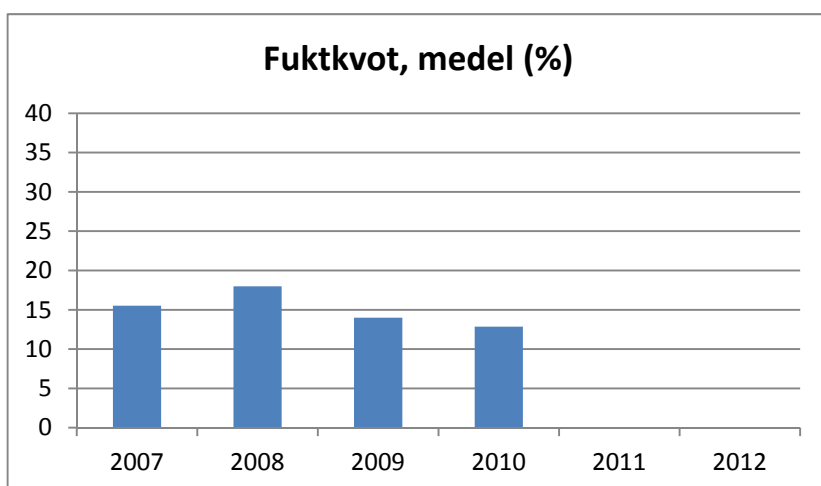
H36. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



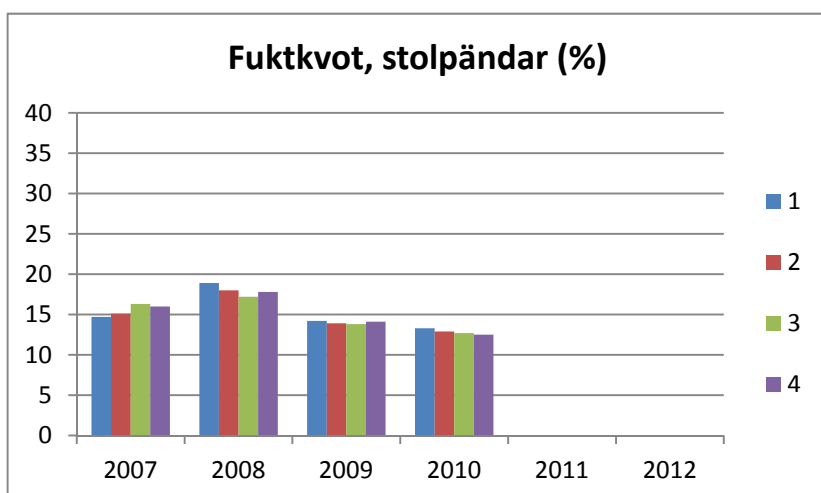
H37. Gran, ihålig, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



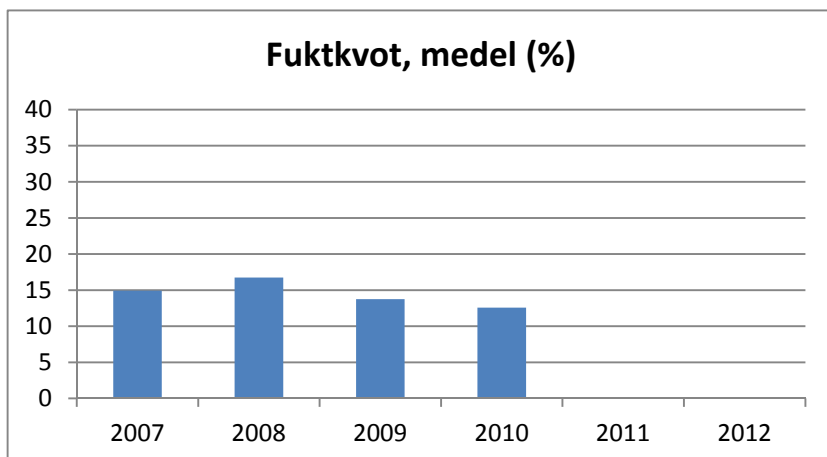
H37. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



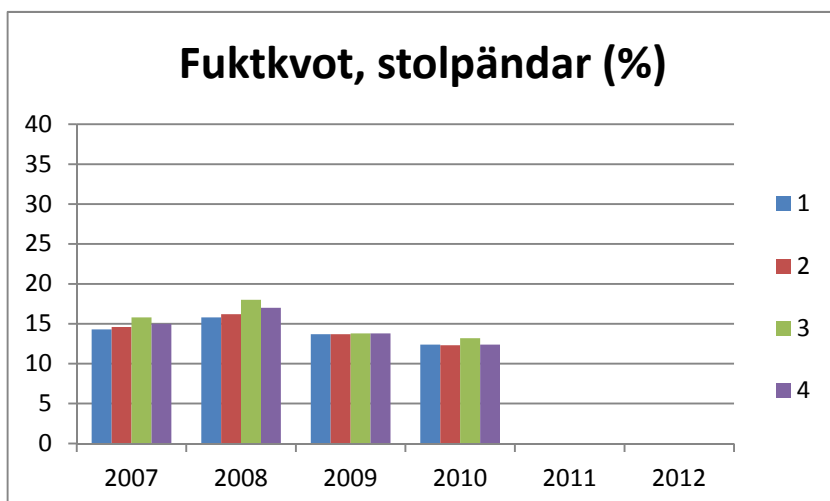
H38. Gran, ihålig, målad röd. Räckesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



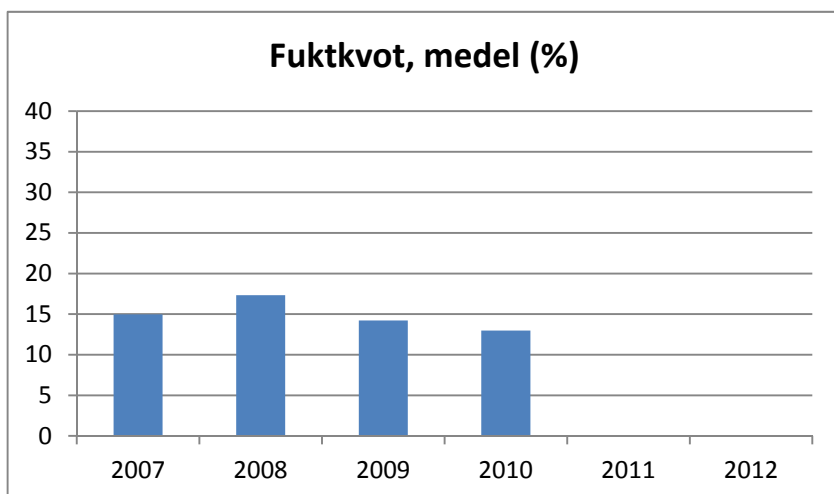
H38. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



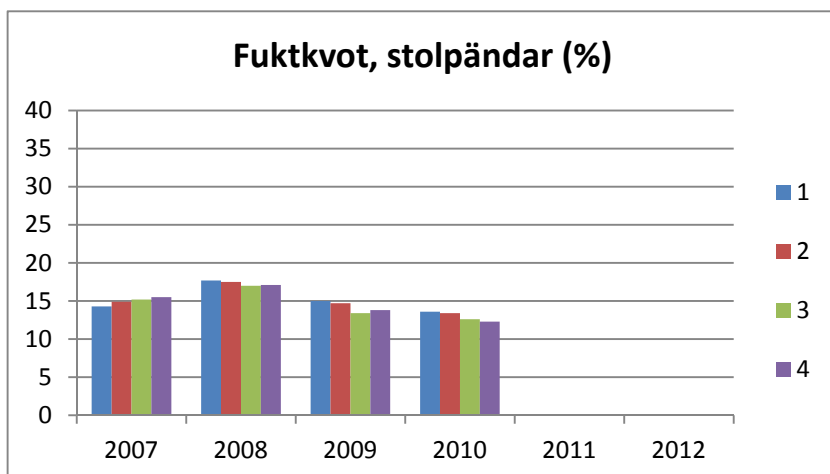
H39. Gran, ihålig, målad röd. Räcesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



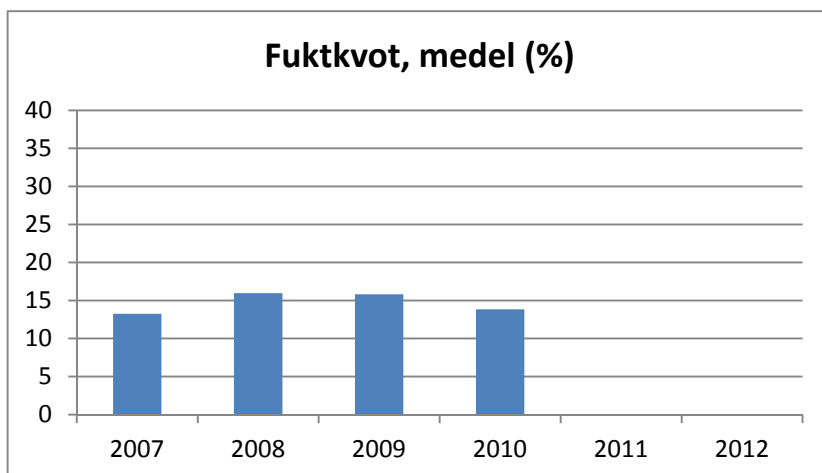
H39. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



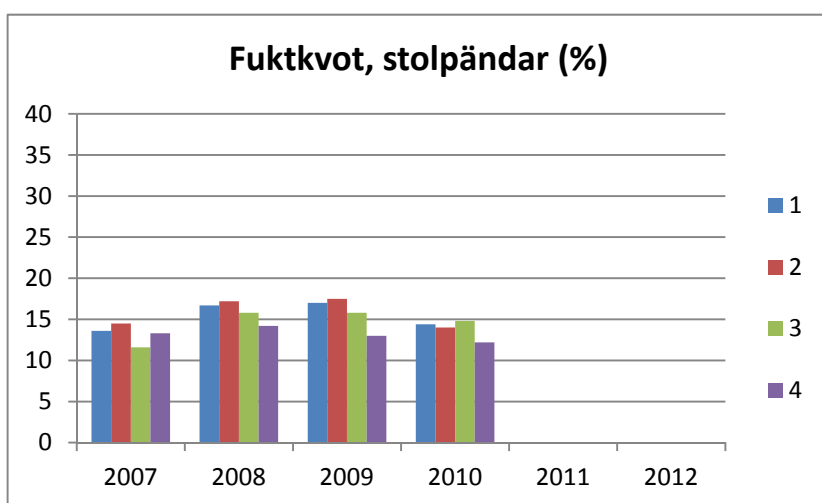
H40. Gran, ihålig, målad röd. Räcesstolpe. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



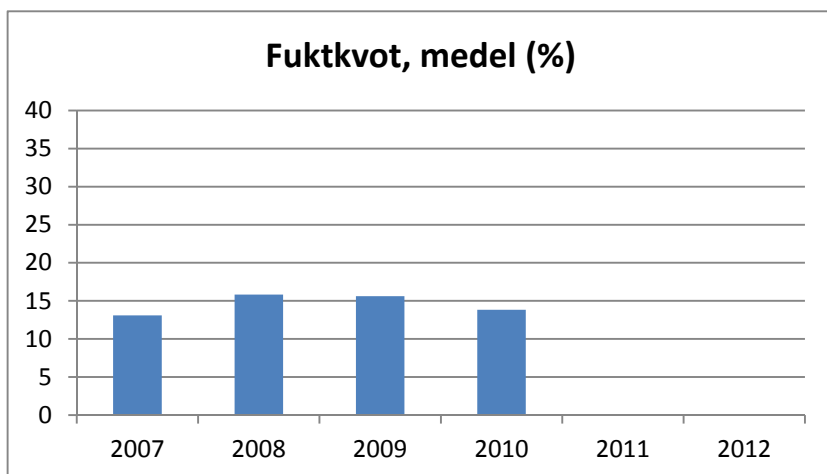
H40. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



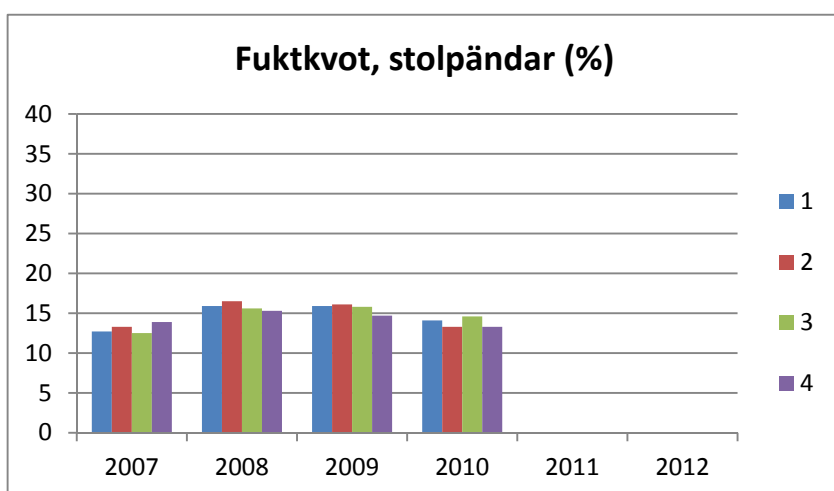
H46. Quattrolit, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



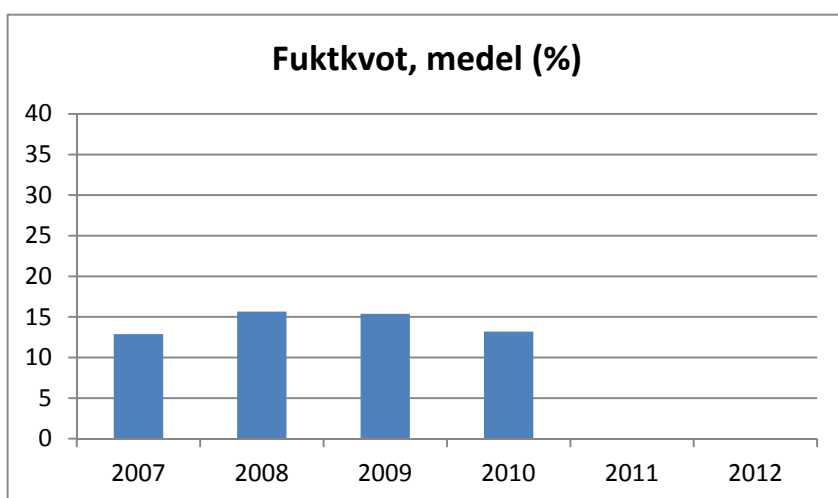
H46. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



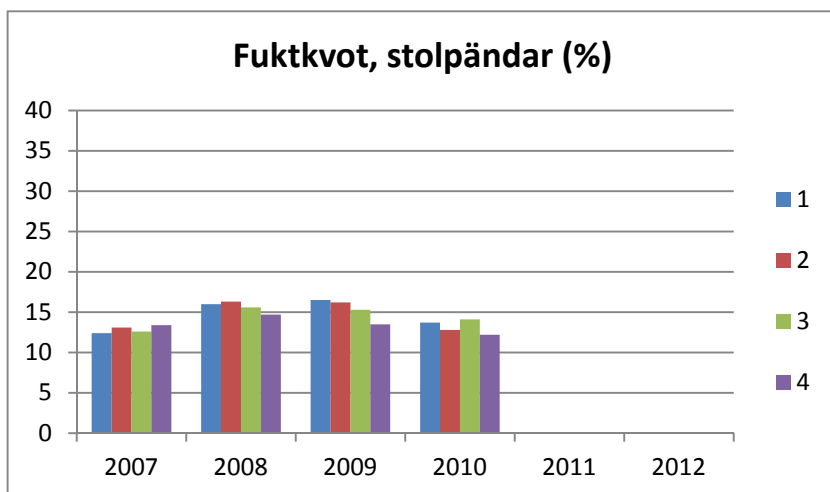
H47. Quattrolit, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



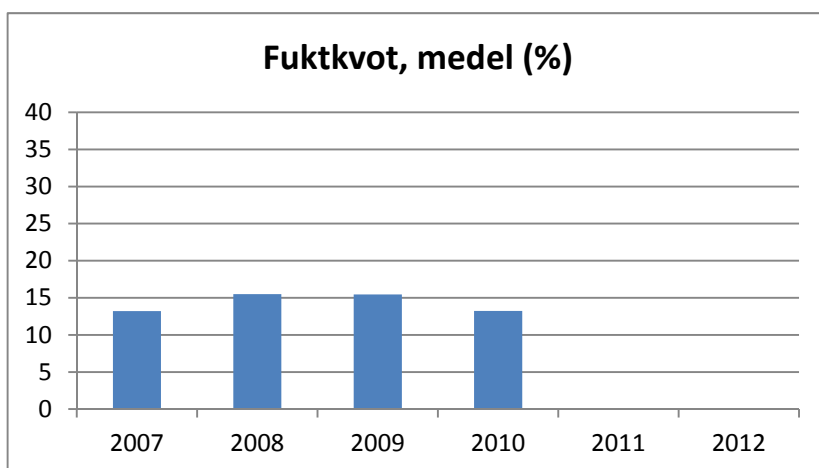
H47. Fuktmätning vid stolpändrar på södra sidan, i punkterna 1-4



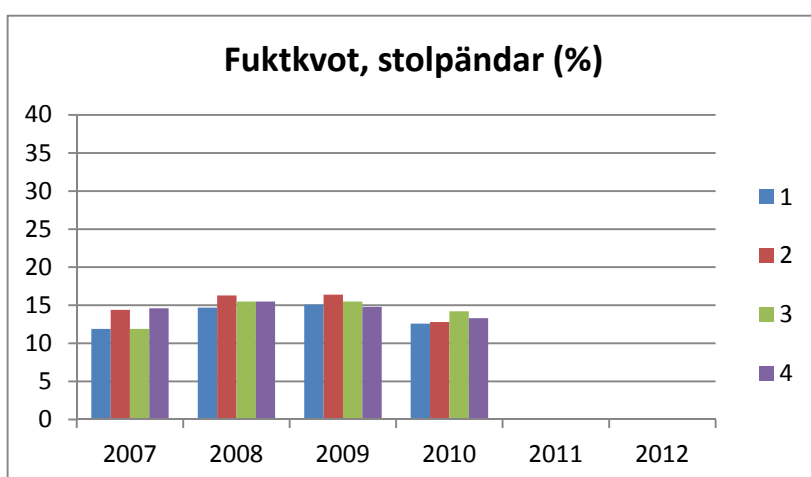
H48. Quattrolit, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



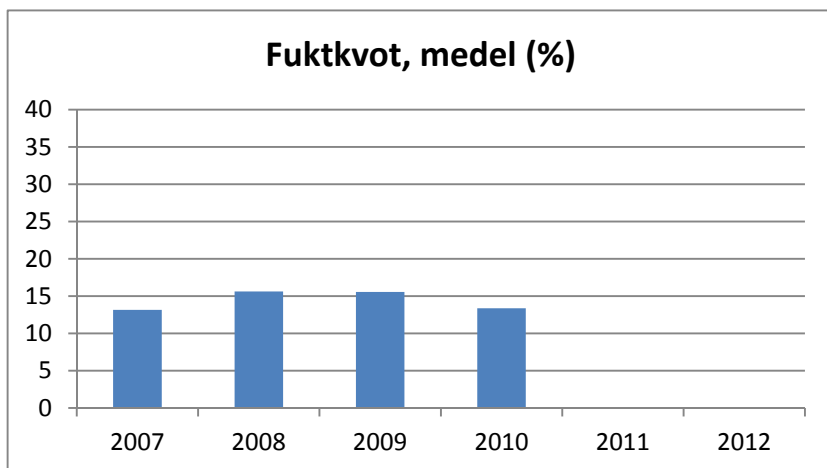
H48. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



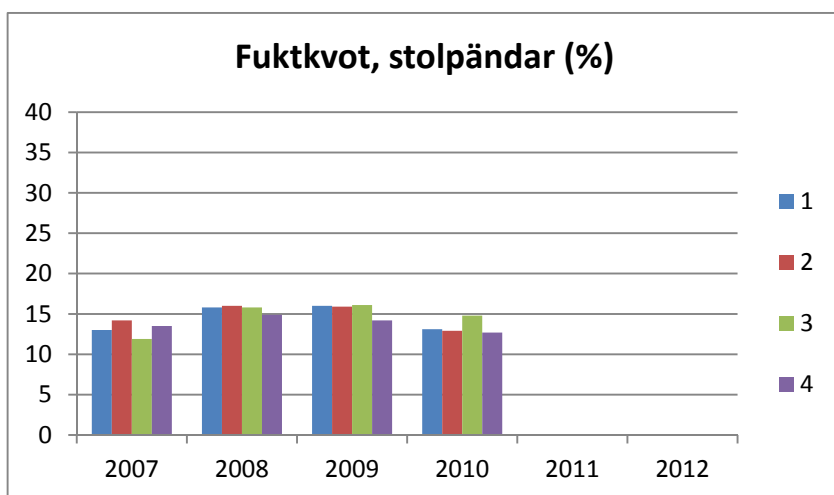
H49. Quattrolit, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



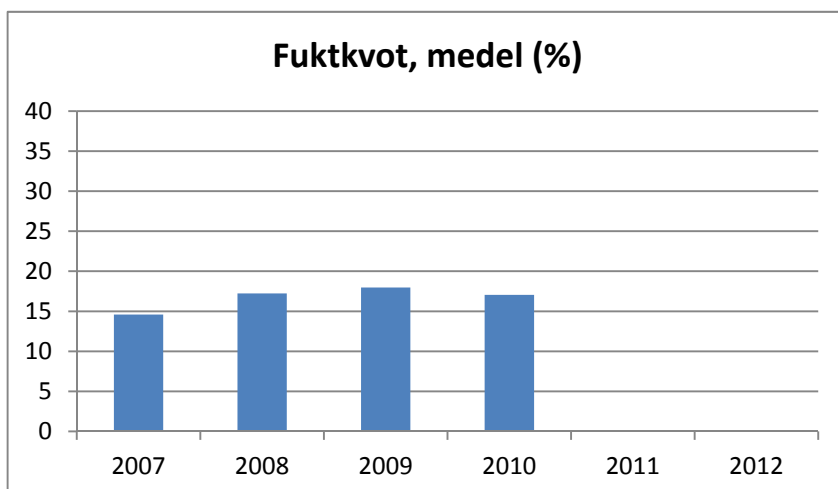
H49. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



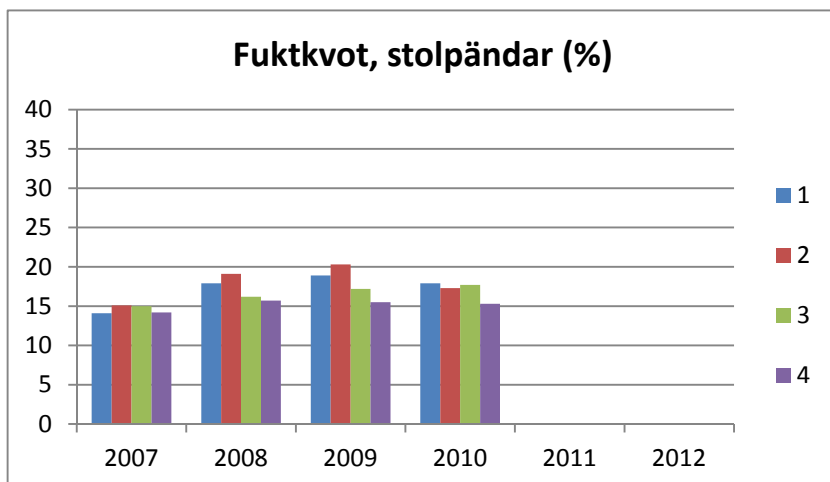
H50. Quattrolit, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



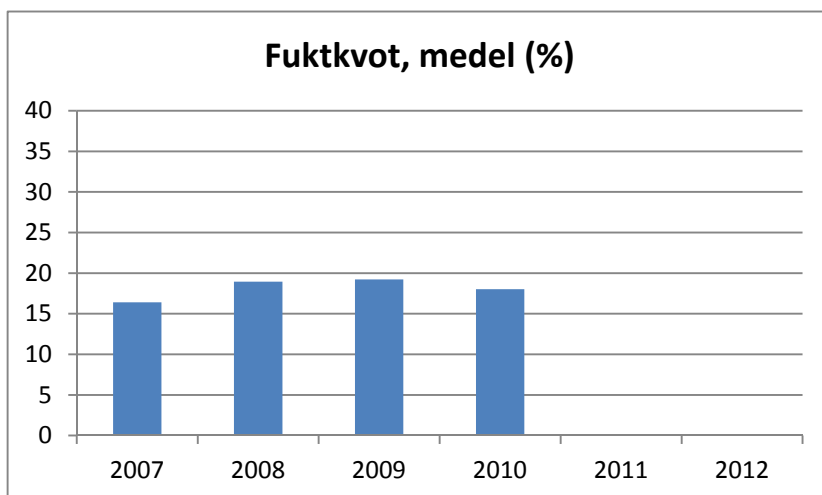
H50. Fuktmätning vid stolpändrar på södra sidan, i punkterna 1-4



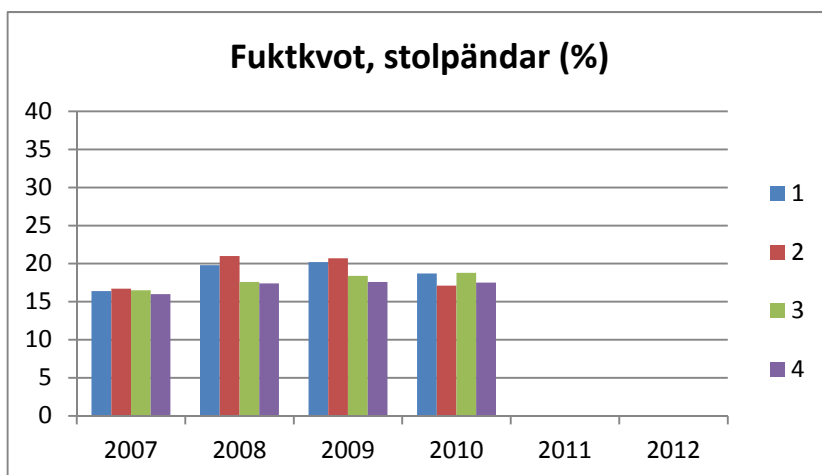
H51. Fyrkantstolpe, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



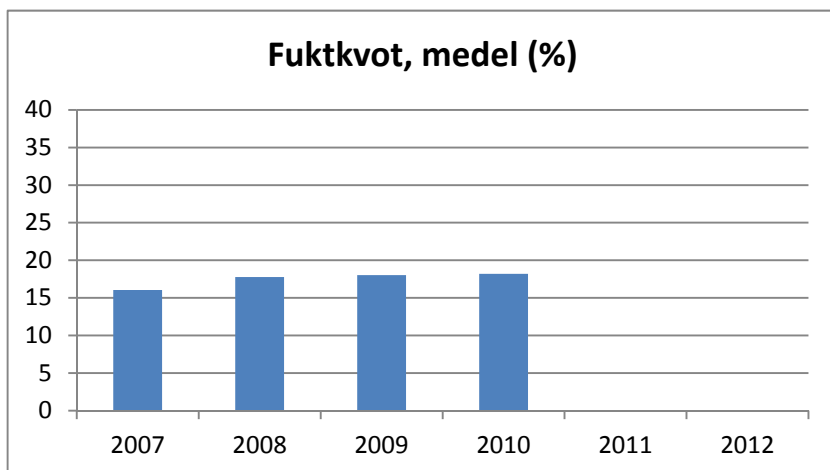
H51. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



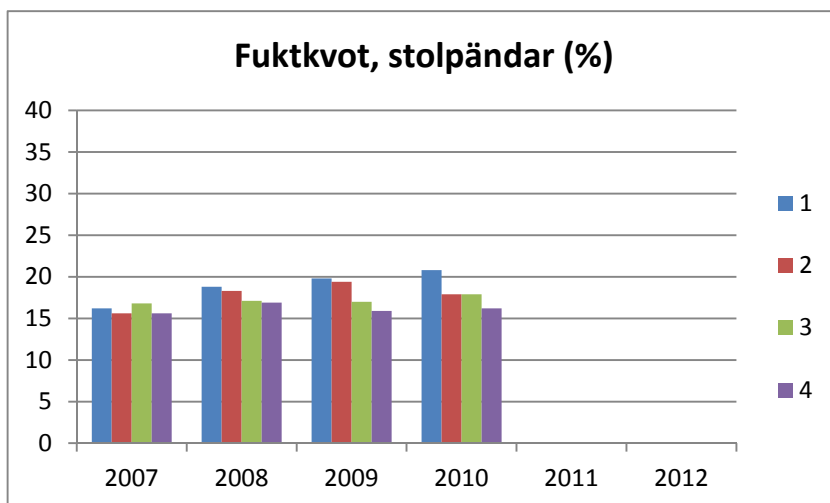
H52. Fyrkantstolpe, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



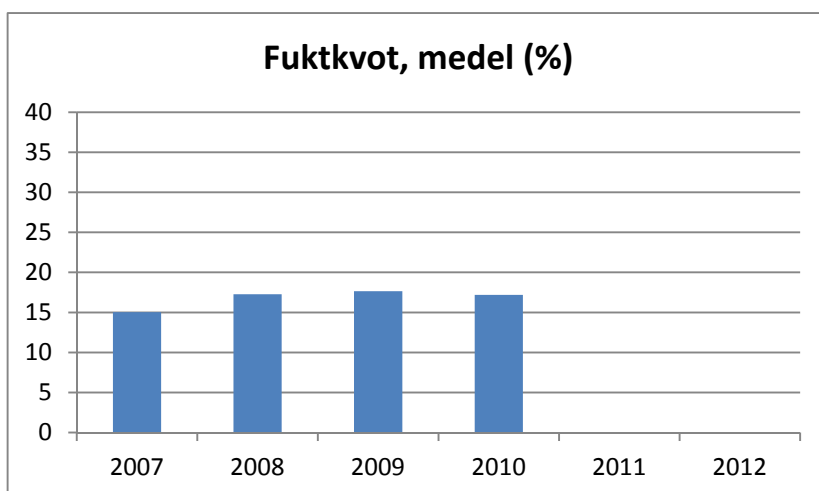
H52. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



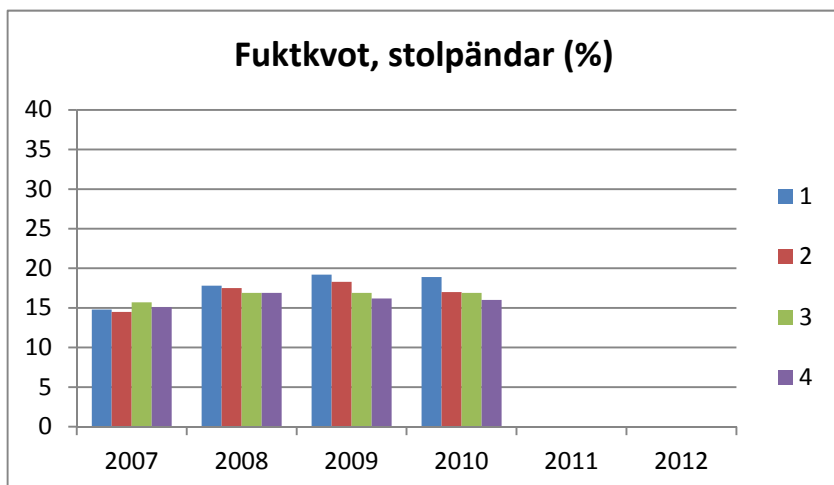
H53. Fyrkantstolpe, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



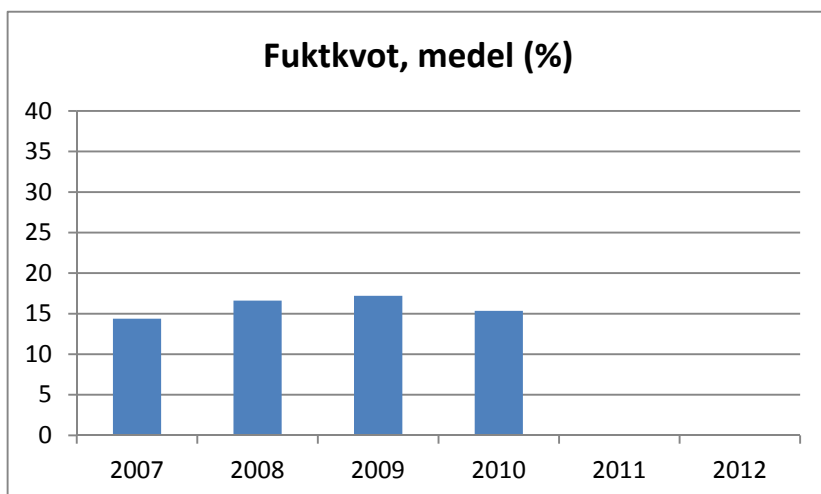
H53. Fuktmätning vid stolpändrar på södra sidan, i punkterna 1-4



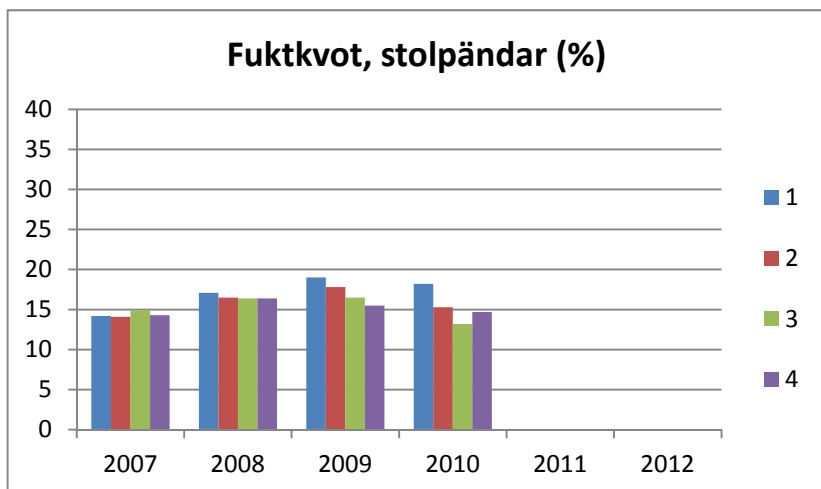
H54. Fyrkantstolpe, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



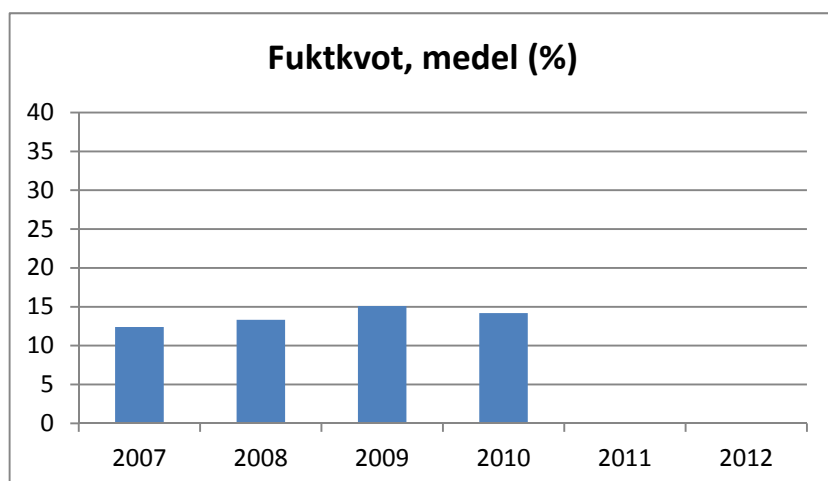
H54. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



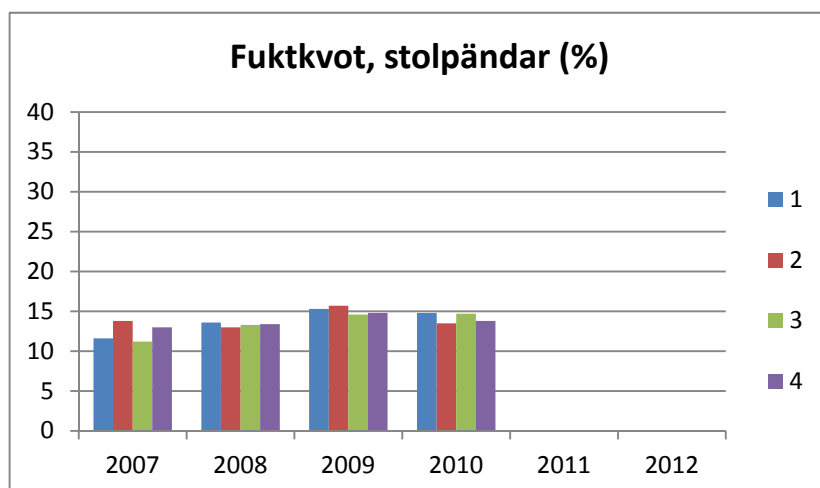
H55. Fyrkantstolpe, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



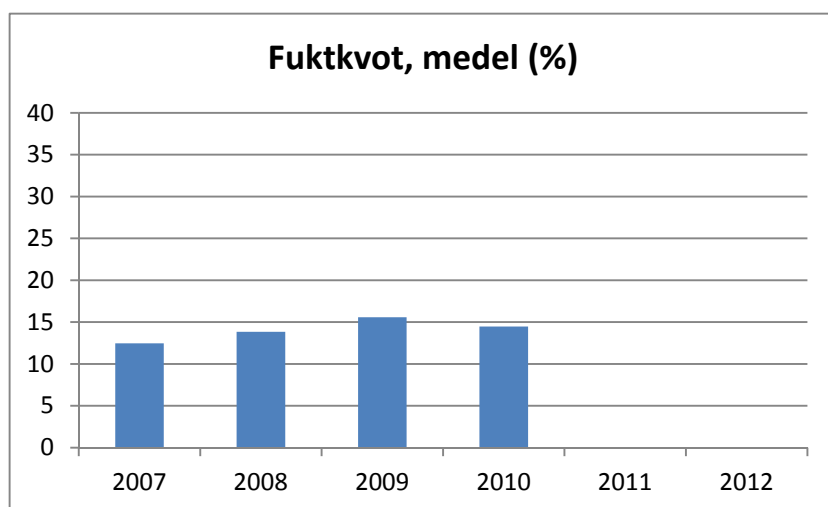
H55. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



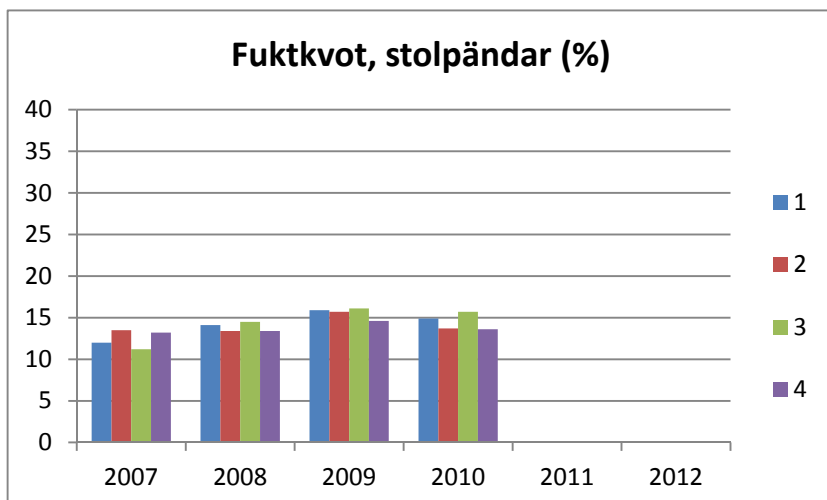
H91. Gran, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



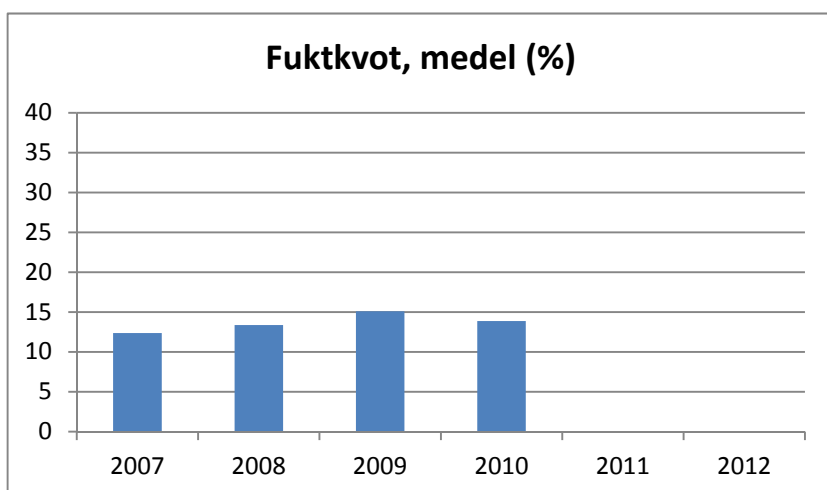
H91. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



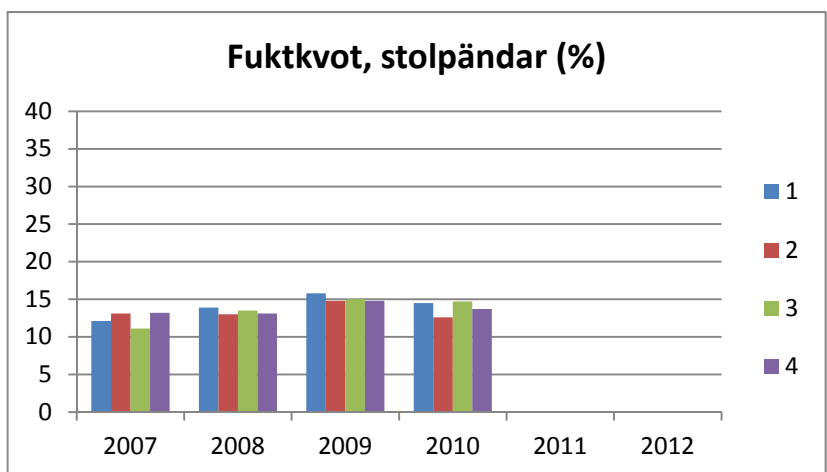
H92. Gran, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



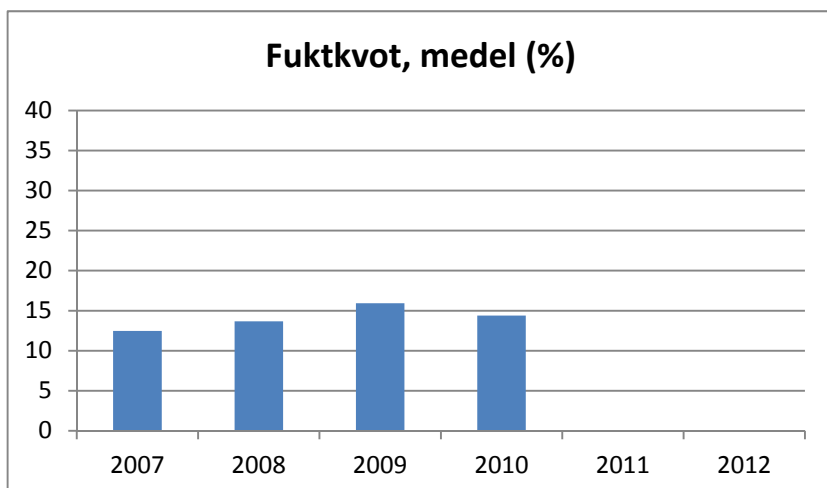
H92. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



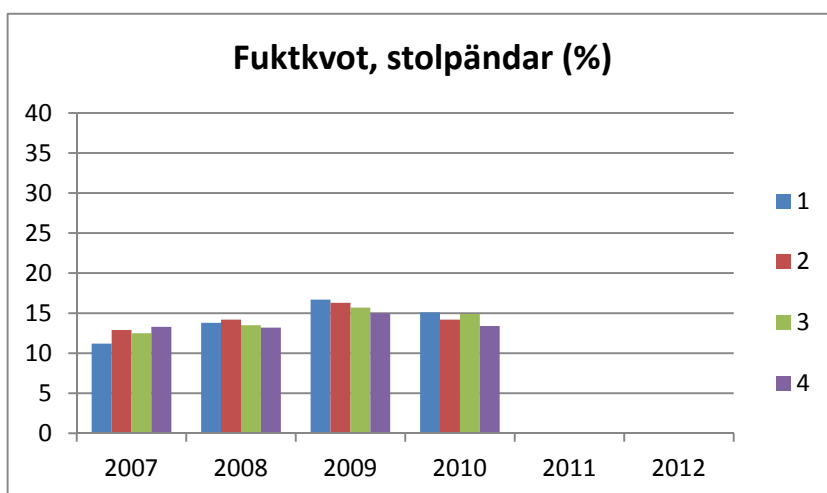
H93. Gran, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



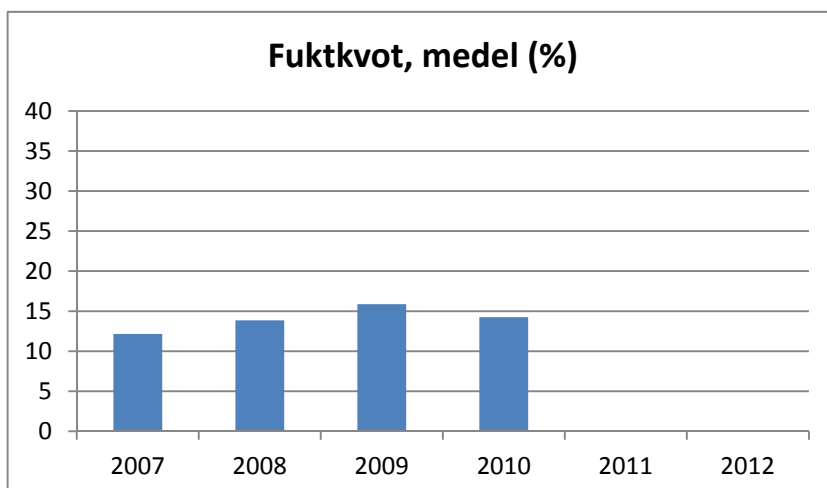
H93. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



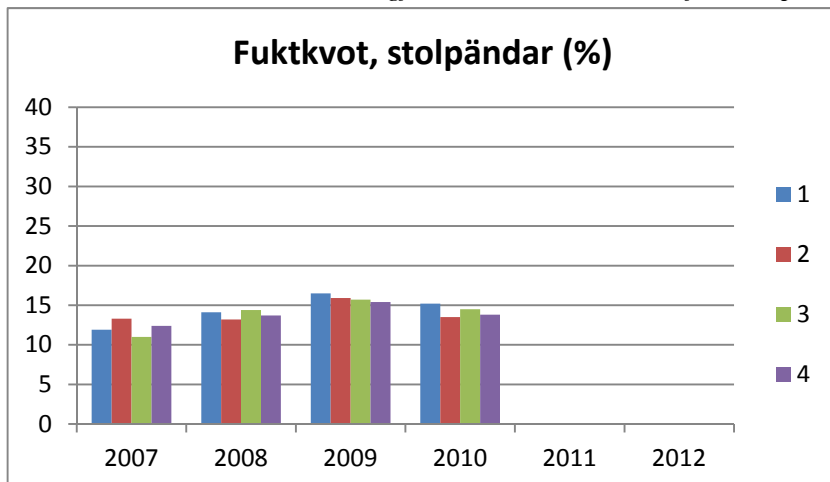
H94. Gran, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



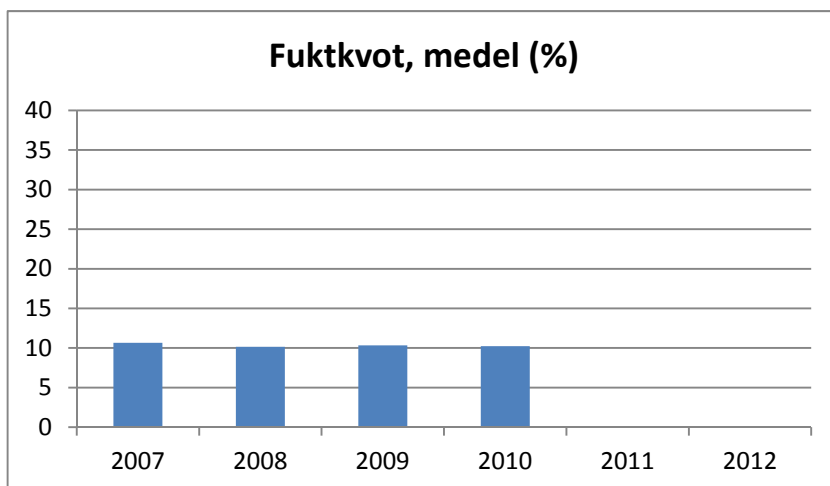
H94. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



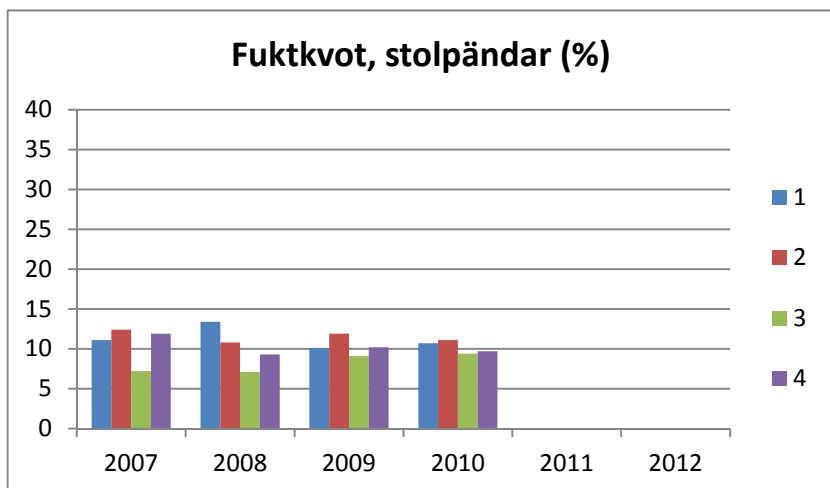
H95. Gran, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



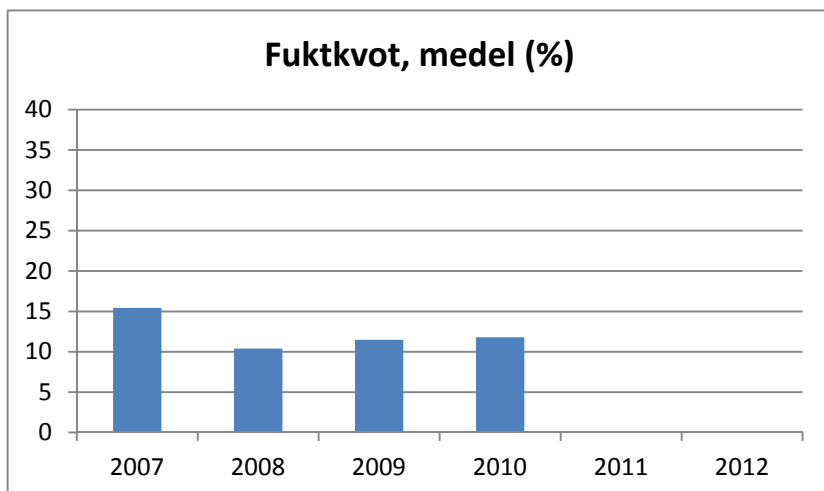
H95. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



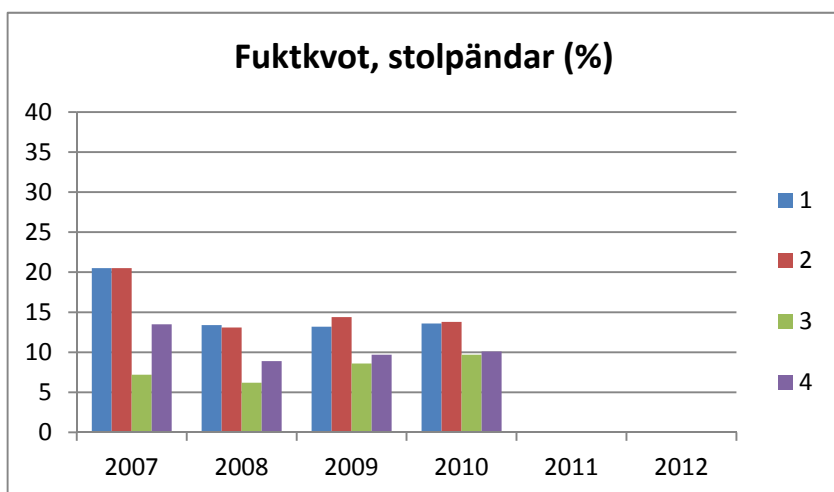
H96. Quattrolit, värmebehandlad, oljad. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



H96. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4



H97. Quattrolit, värmebehandlad, målad röd. På betongfundament. Medelvärde för alla punkter åren 2007-2010



H97. Fuktmätning vid stolpändar på södra sidan, i punkterna 1-4

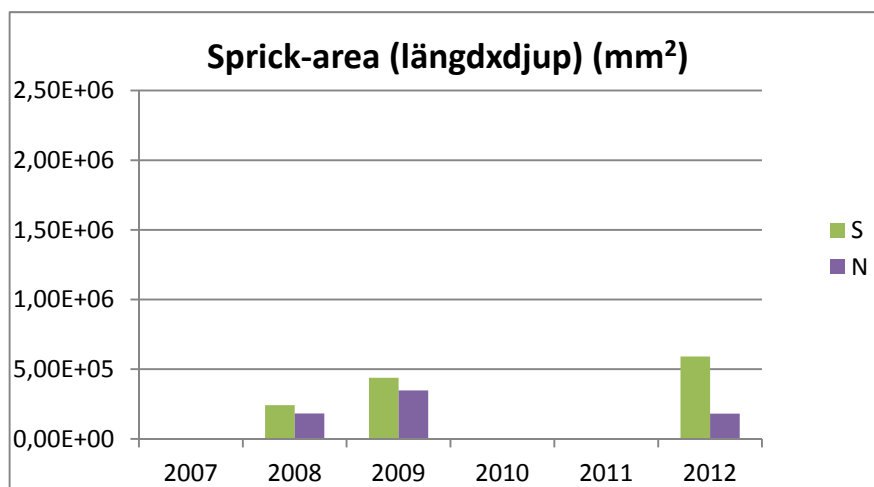
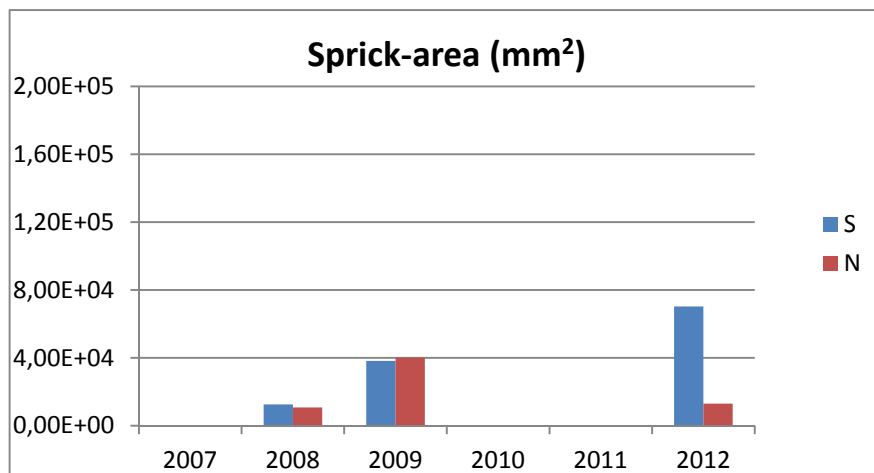
Bilaga 3 Sprickutveckling balkar H1-H20

Dimension: 140x450 mm, längd = 9 m, enligt tabell 2.

Placering: Bygdsiljum

Sprick-area = Spricklängd x sprickbredd, sprickor (på ytan) bredare än 0,4 mm uppmätta

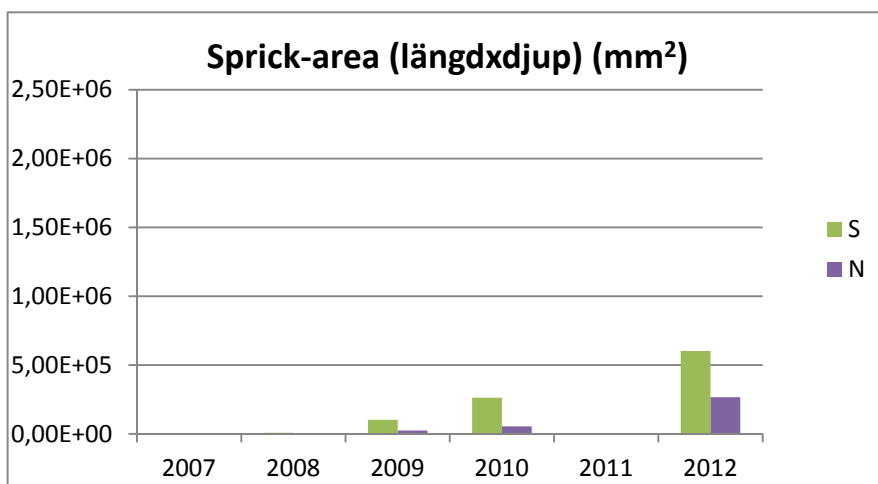
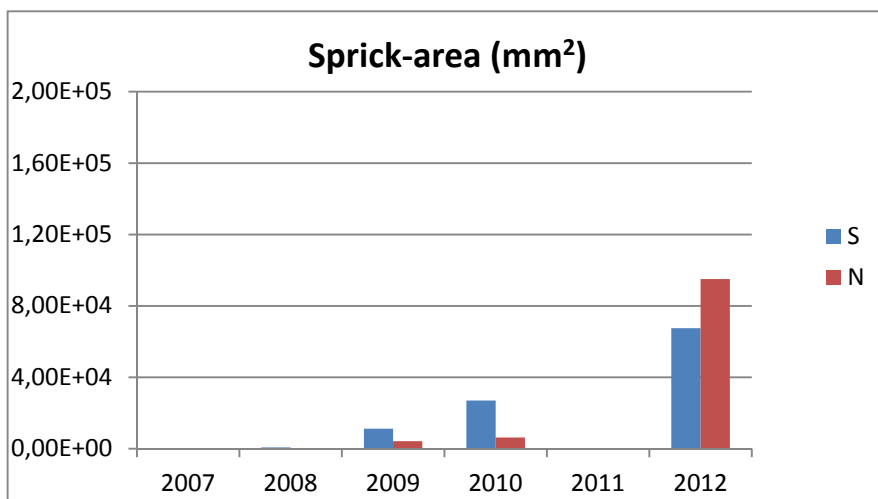
Sprick-area (längdxdjup) = Spricklängd x sprickdjup



H1. Furu imp. Oljad. Mätning manuellt.

År 2010 och 2011 ingen mätning.

År 2012 endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 6:e metern på södra sidan och 2:a metern på norra sidan.

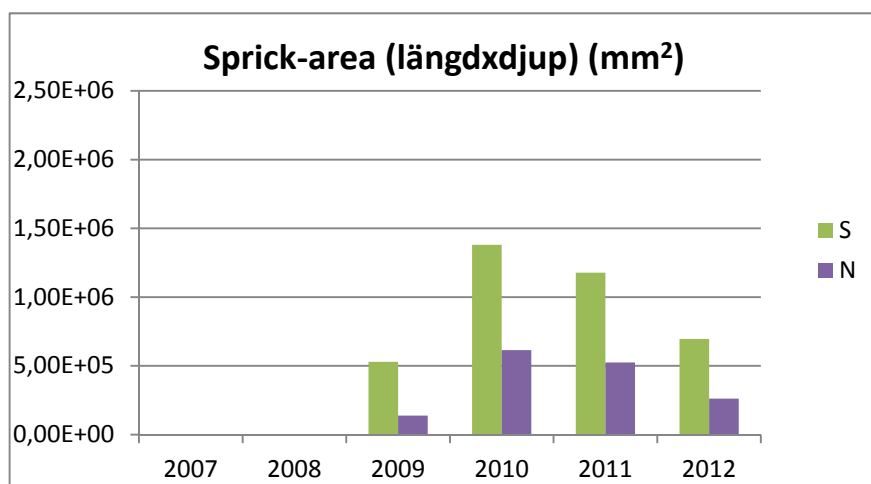
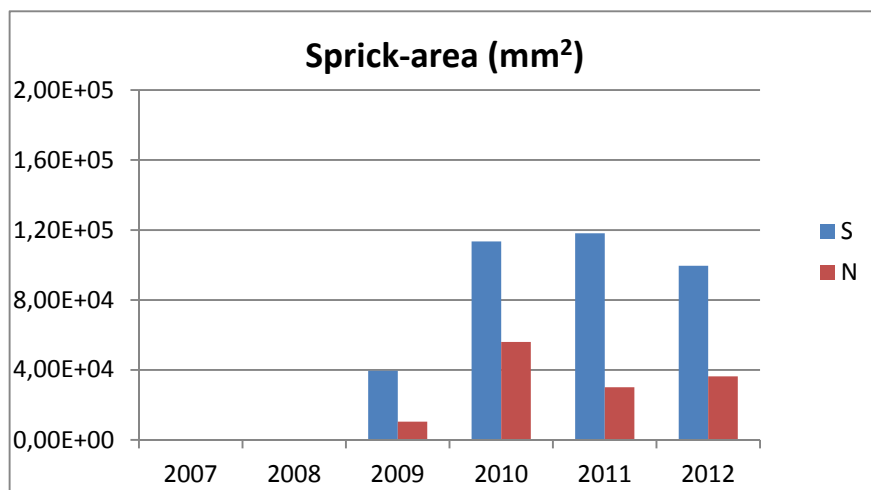


H2. Furu imp. Oljad. Mätning manuellt.

År 2008: fem mindre sprickor uppmätta med notering "I stort sett en fin balk"

År 2011: ingen mätning.

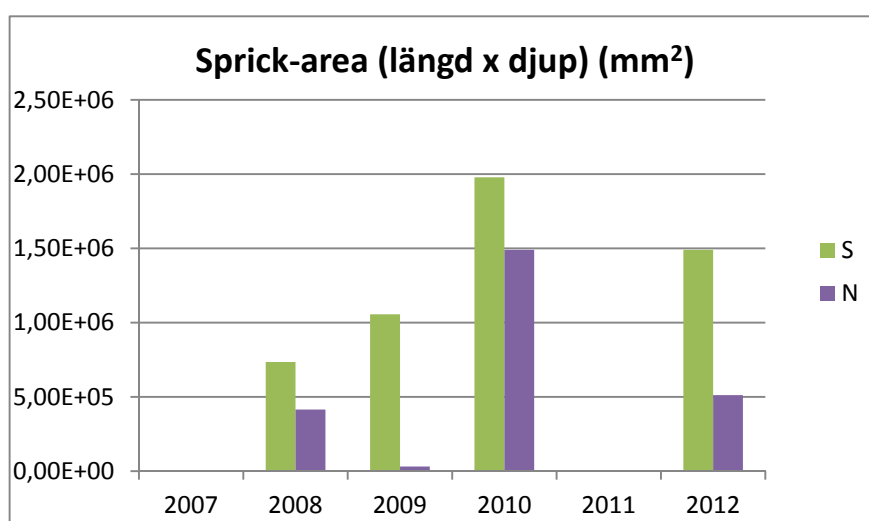
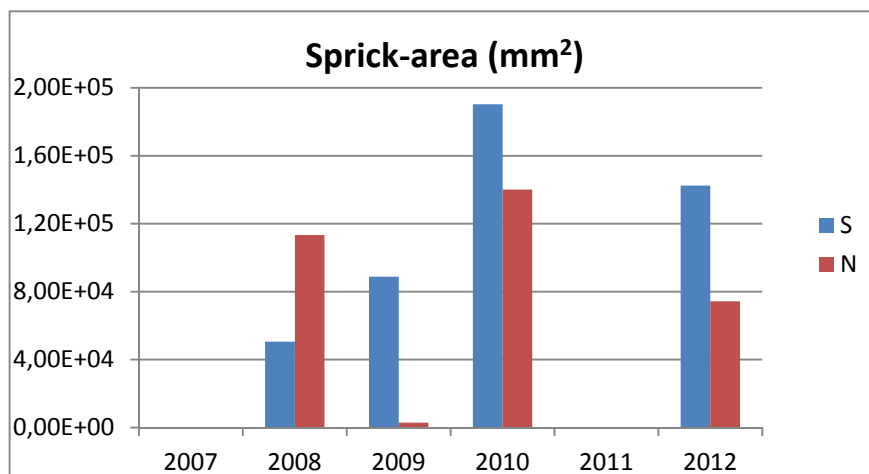
År 2012: endast sprickmätning på 1m (multiplicerat med 9 m i diagrammen), 7:e metern på södra sidan och norra sidan.



H3. Furu imp. Oljad. Mätning manuellt.

År 2008: Inga sprickor uppmätta, med notering "Dåliga skarvar"

År 2012: endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 4:e metern på södra sidan och 7:e metern på norra sidan.

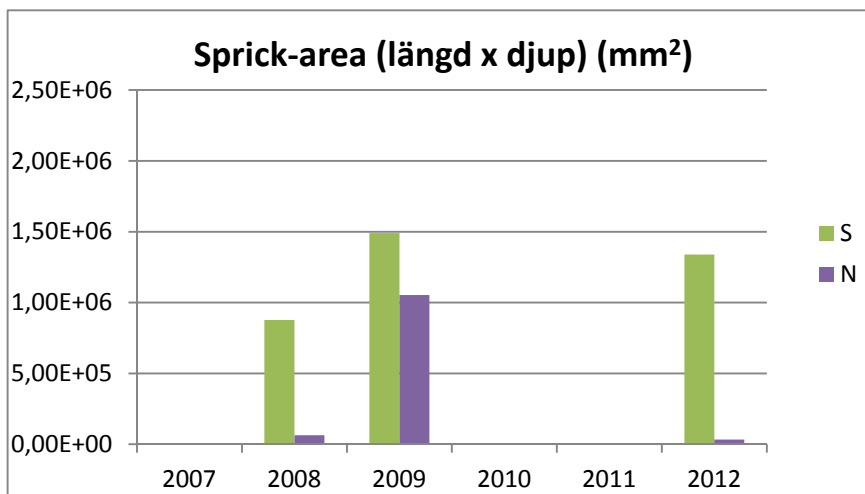
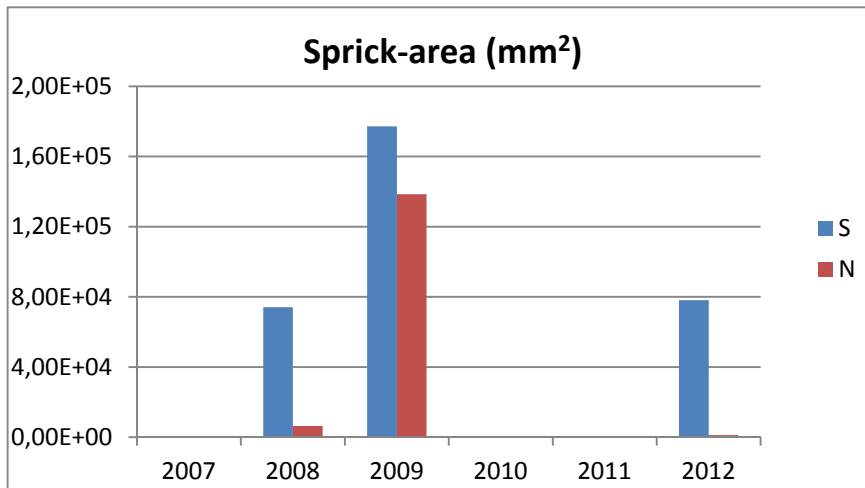


H4. Furu imp. Oljad. Mätning manuellt.

År 2008: notering "Mycket sprickor"

År 2011: ingen mätning.

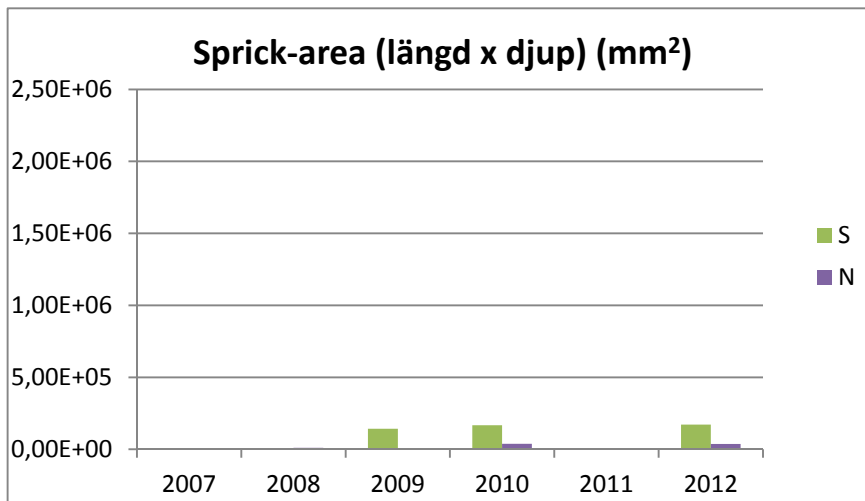
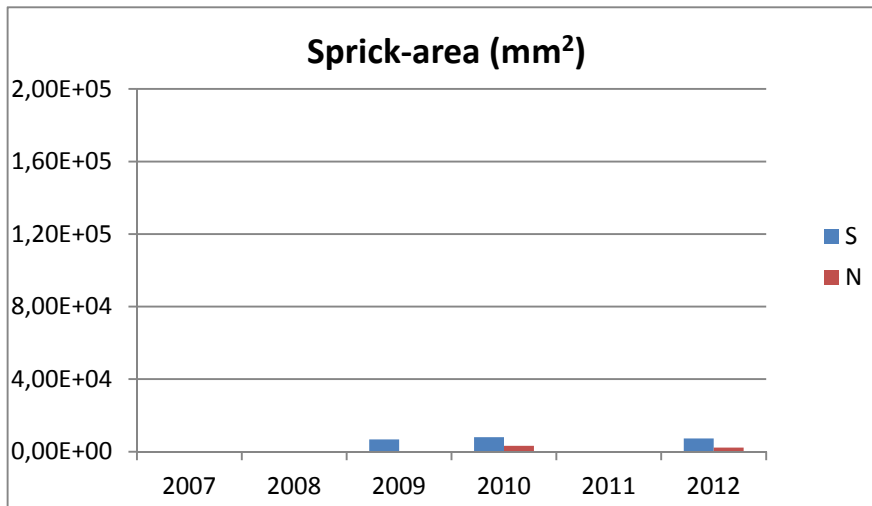
År 2012: endast sprickmätning på 1m (multiplicerat med 9 m i diagrammen), 3:e metern på södra sidan och norra sidan.



H5. Furu imp. Oljad. Mätning manuellt.

År 2010 och 2011: ingen mätning.

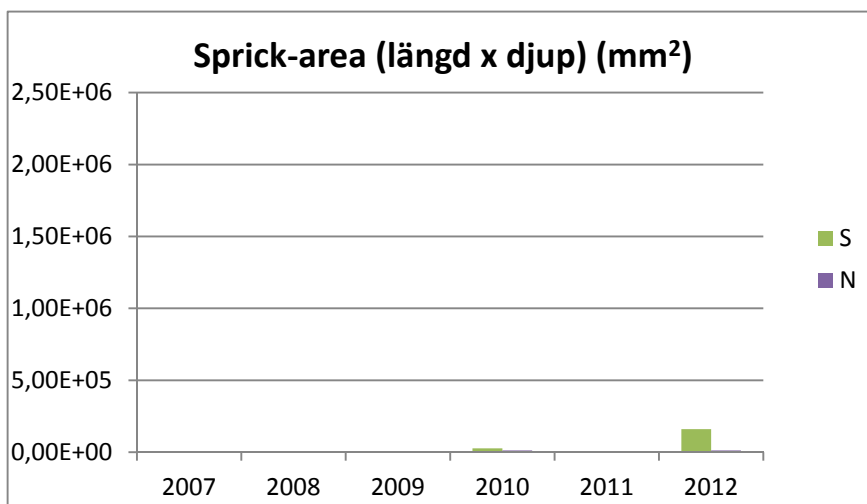
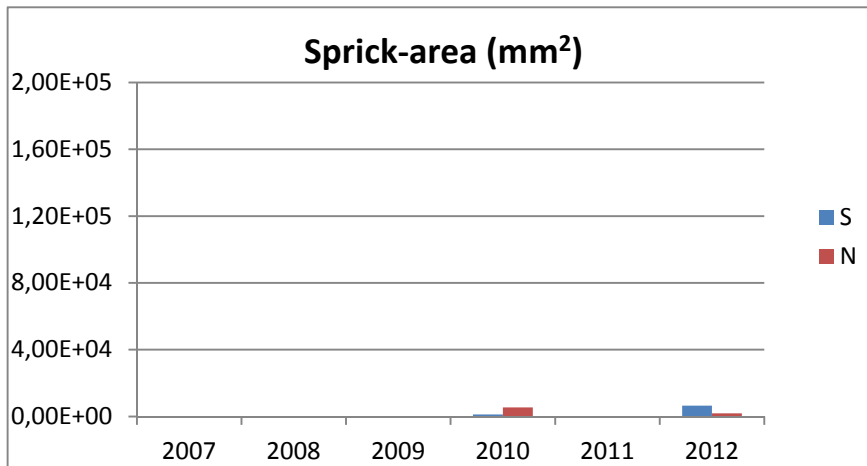
År 2012: endast sprickmätning på 1m (multiplicerat med 9 m i diagrammen), 8:e metern på södra sidan och 5:e metern på norra sidan.



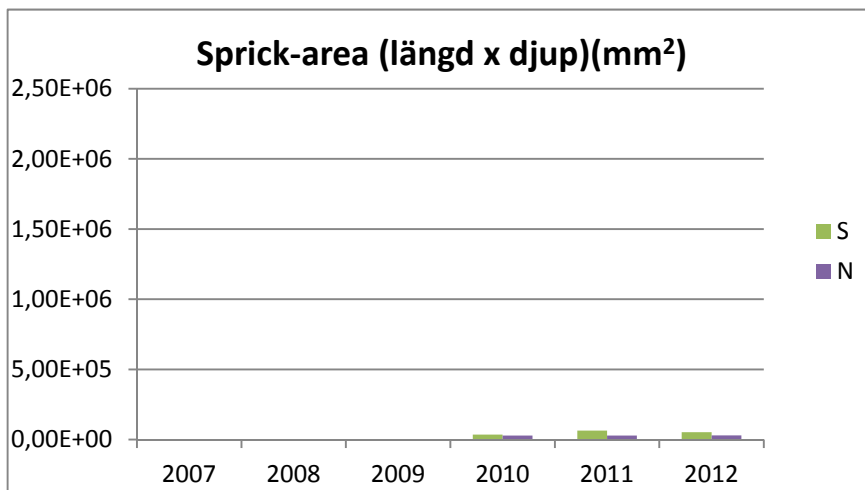
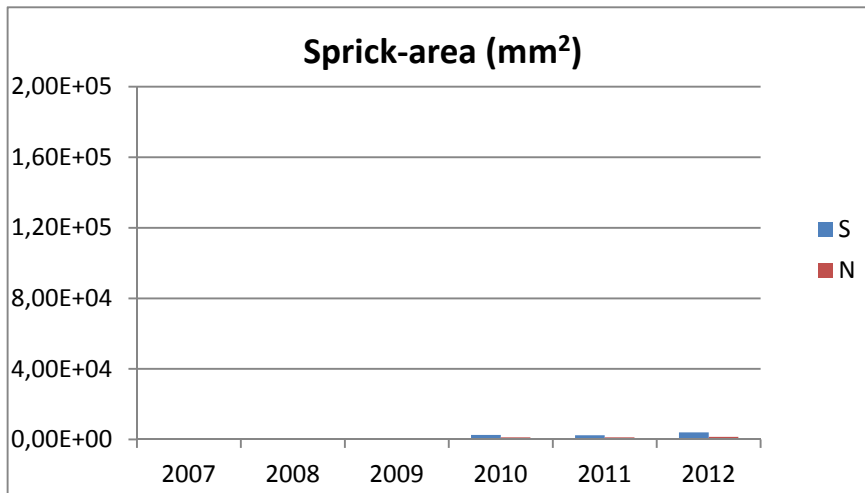
H6. Furu imp. Vit. Mätning manuellt.

År 2008: södra sidan notering "Inga större sprickor", norra sidan en spricka

År 2011: ingen mätning.



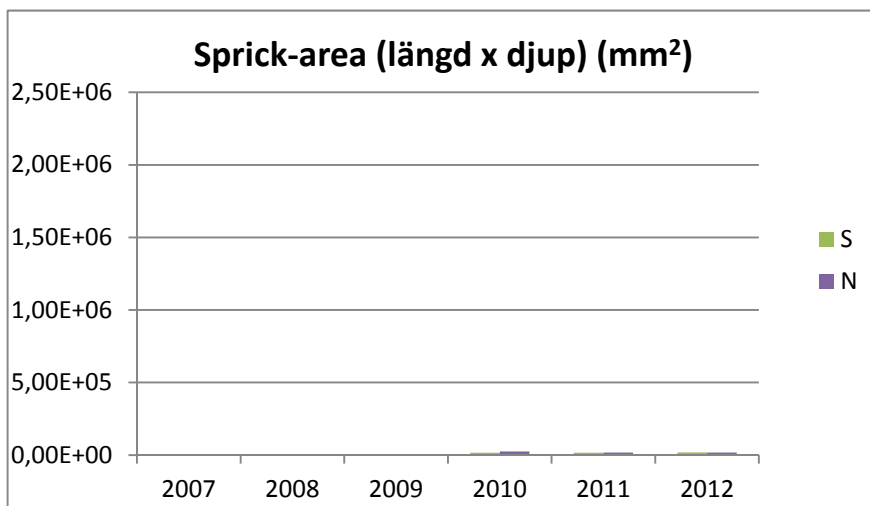
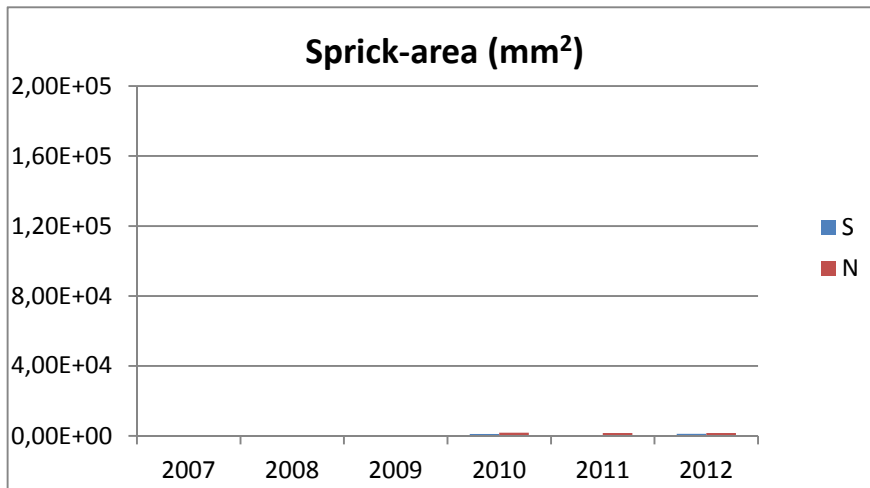
H7. Furu imp. Vit. Mätning manuellt.
 År 2008: notering "Endast småsprickor"
 År 2011: ingen mätning.



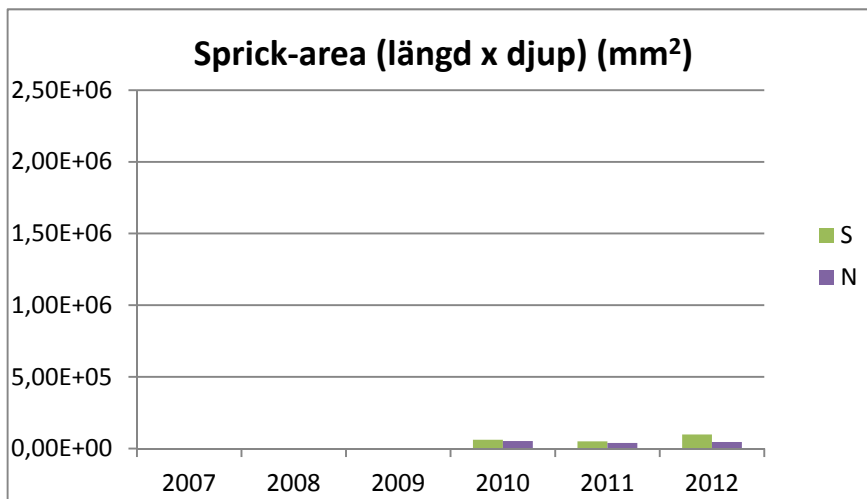
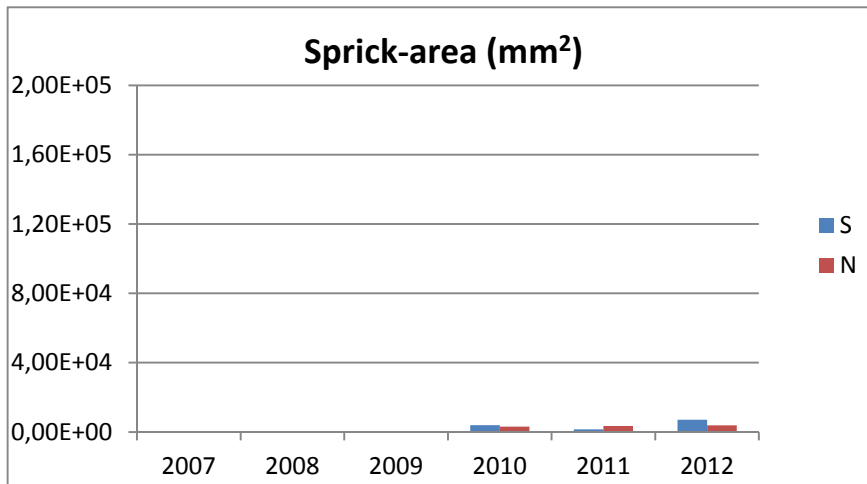
H8. Furu imp. Vit. Mätning manuellt.

År 2008: bara små sprickor noterade

År 2009: en spricka på södra sidan



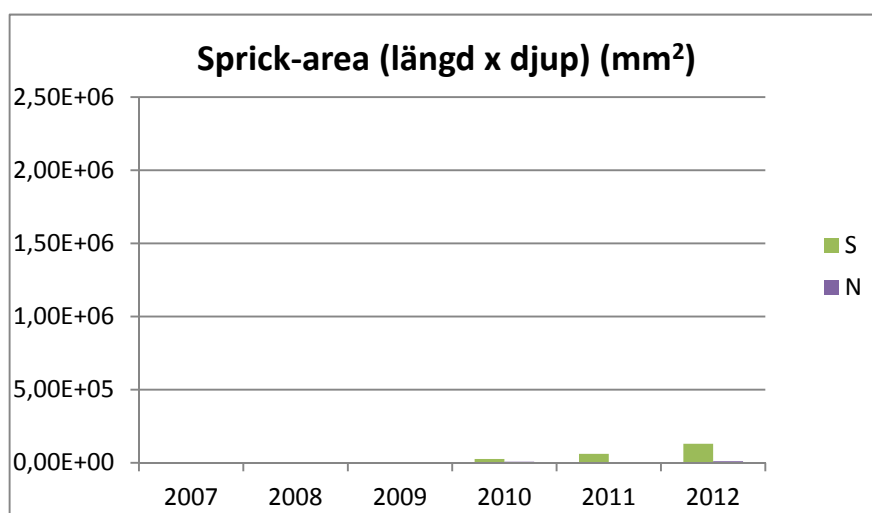
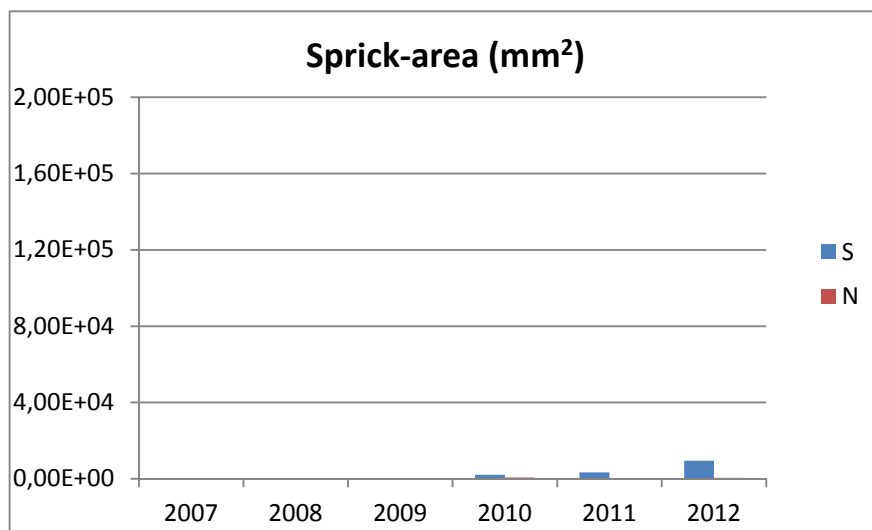
*H9. Furu imp. Vit. Mätning manuellt.
 År 2008: notering "Endast småsprickor"
 År 2009: en spricka på södra sidan*



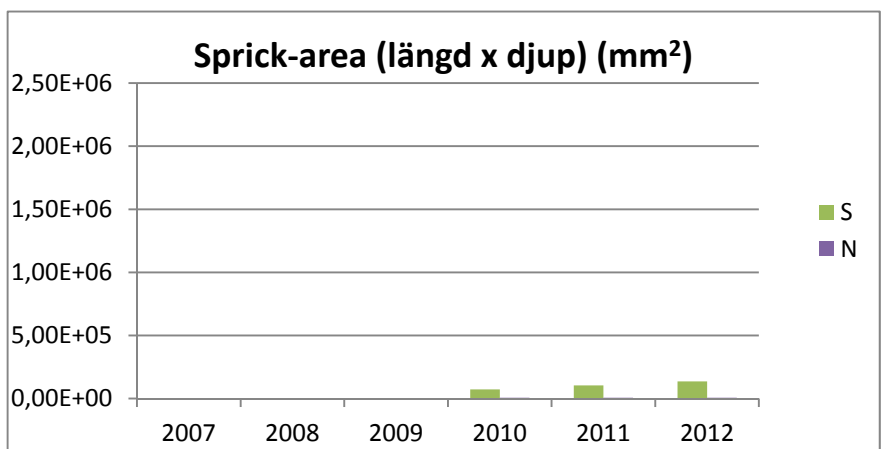
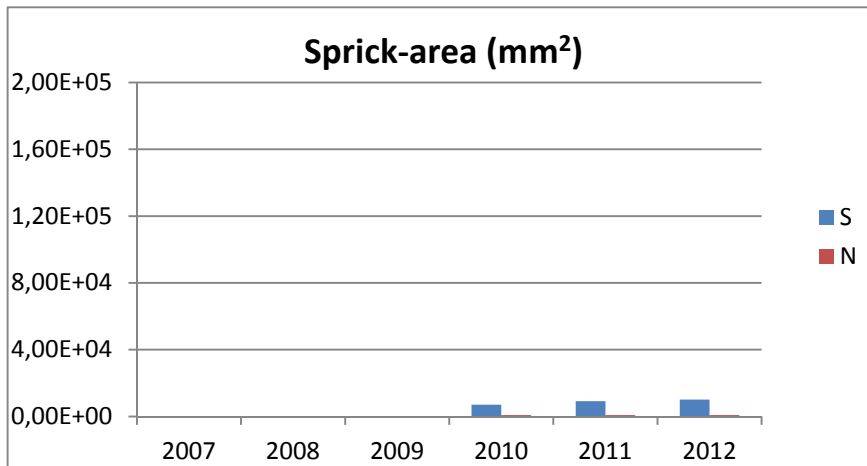
H10. Furu imp. Vit. Mätning manuell.

År 2008: notering "Endast småsprickor"

År 2009: en spricka på södra och en på norra sidan



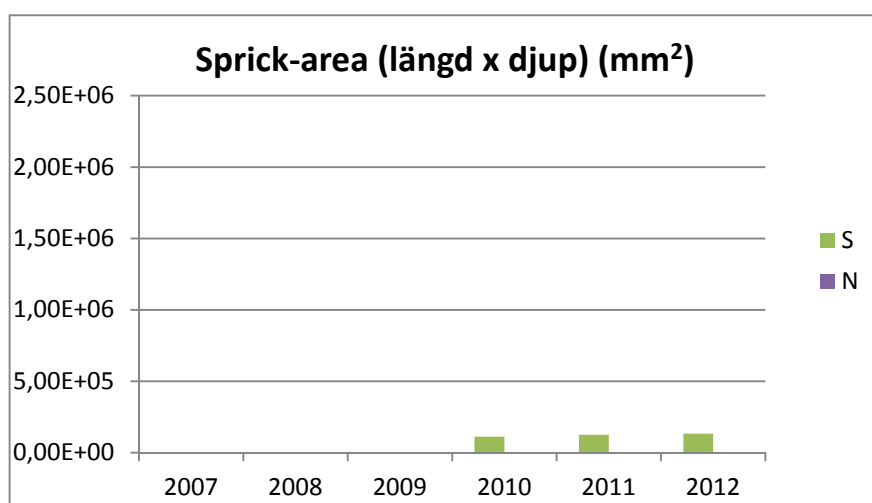
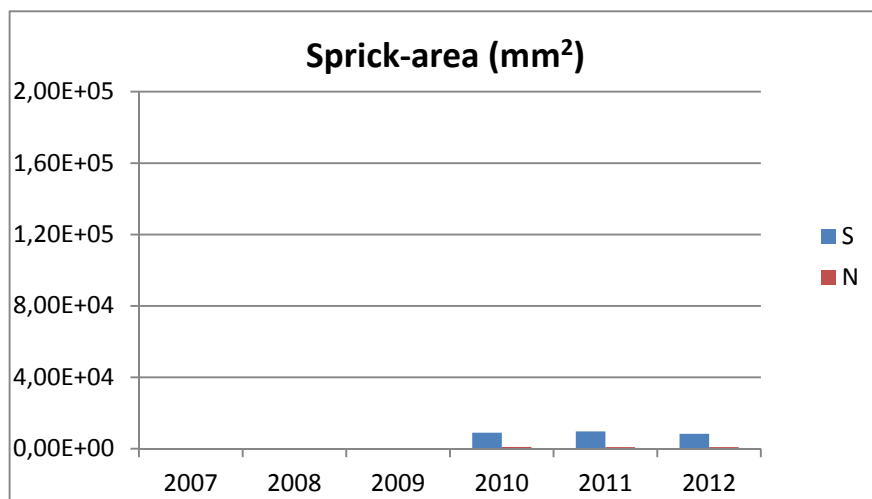
H11. Gran. Röd. Mätning manuellt.
År 2008: notering "Inga sprickor!"



H12. Gran. Röd. Mätning manuellt.

År 2008: notering "Inga sprickor"

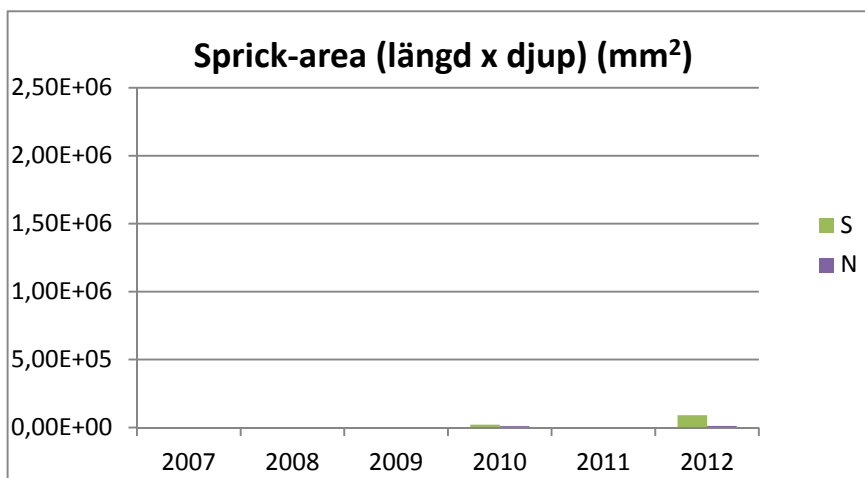
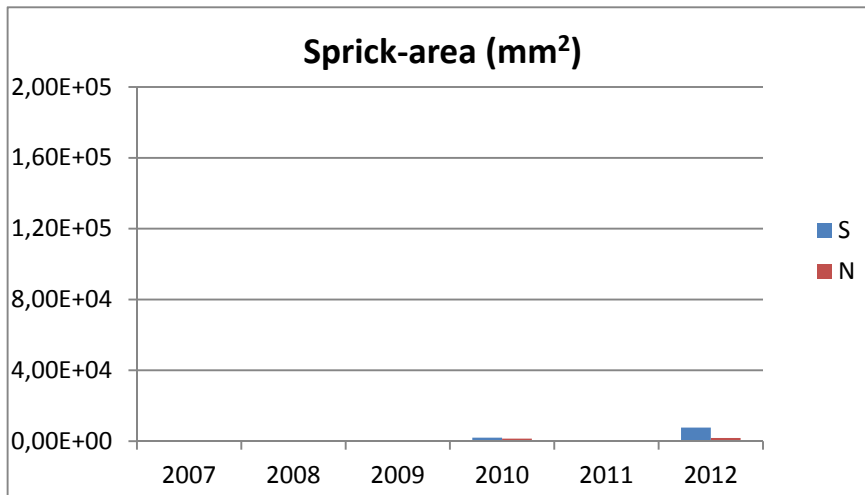
År 2009: notering "Inga sprickor Syd eller Nord. Några kådlåpor annars fin."



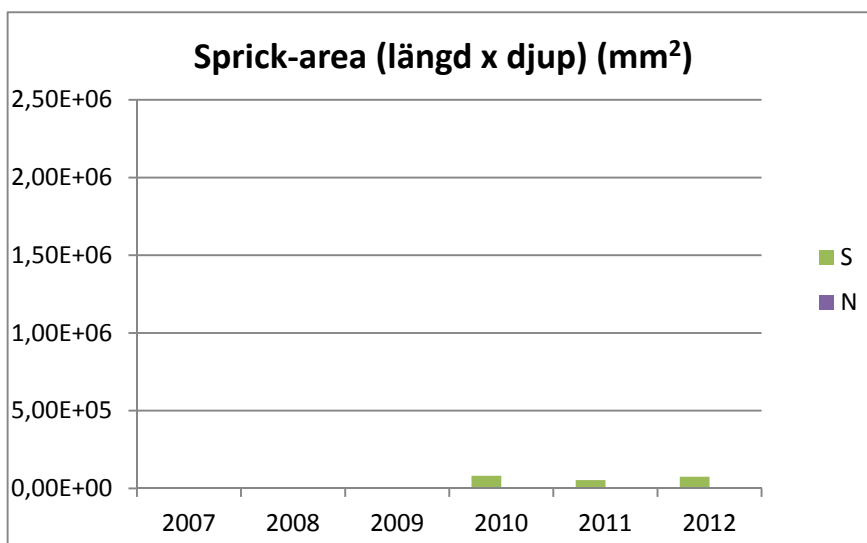
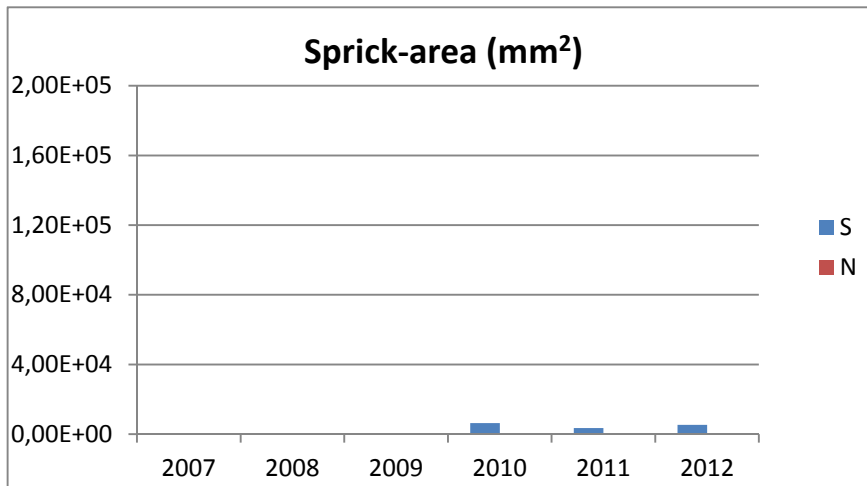
H13. Gran. Röd. Mätning manuellt.

År 2008: notering "S) Småsprickor, N) Inga sprickor,"

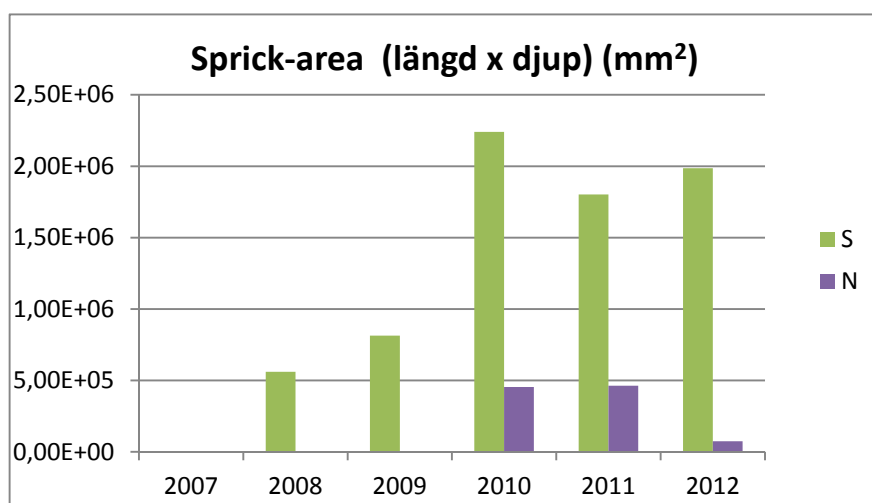
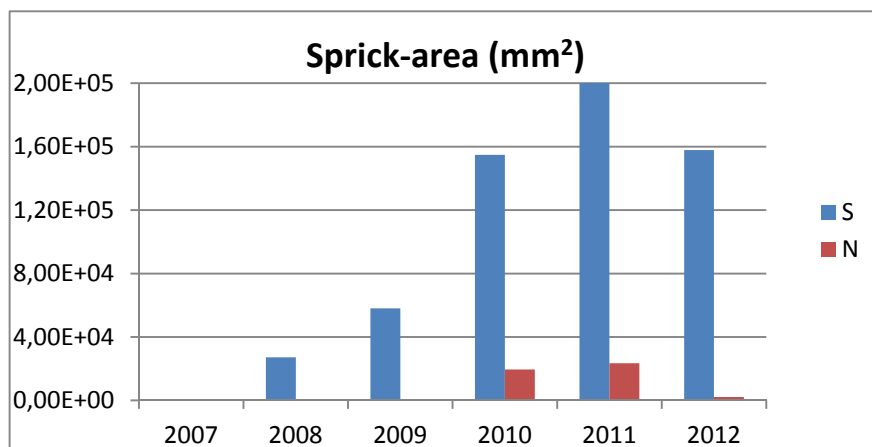
År 2009: en spricka på södra sidan



H14 . Gran. Röd. Mätning manuellt.
År 2008 och 2009: notering "Inga sprickor"
År 2011: ingen mätning

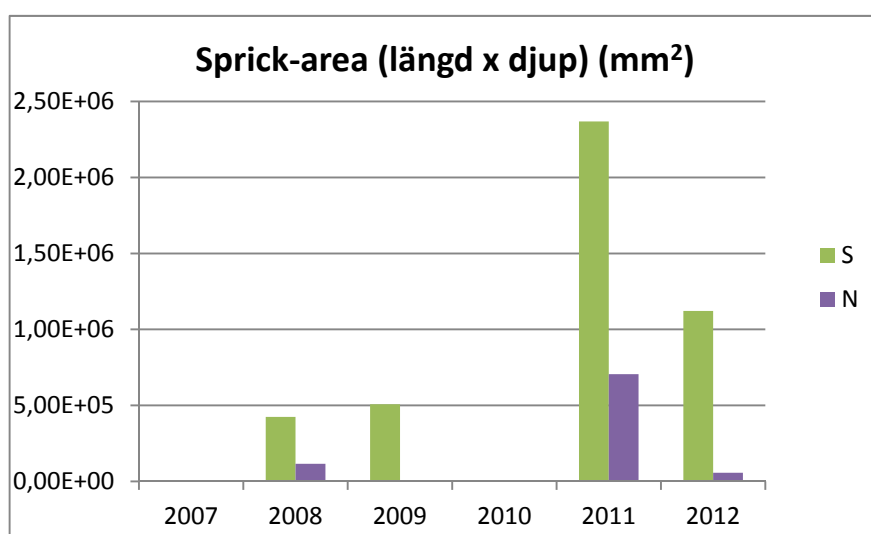
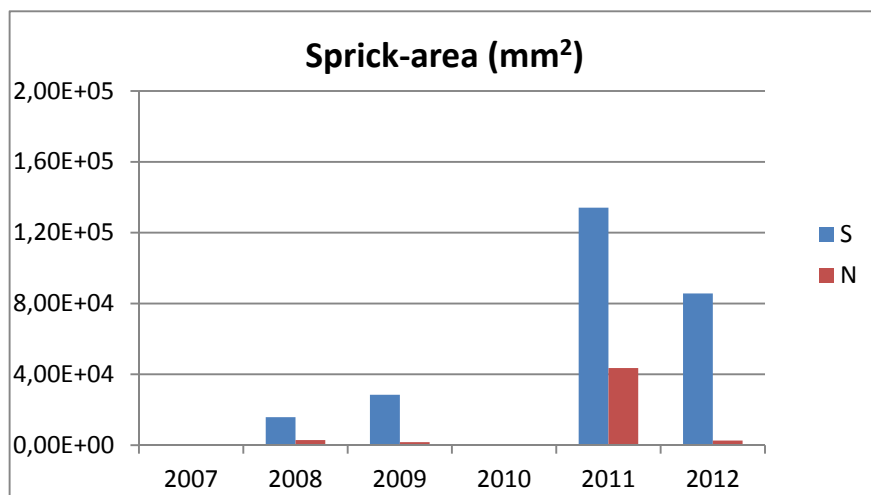


*H15. Gran. Röd. Mätning manuellt.
År 2008 och 2009: notering "Inga sprickor"*



H16. Furu imp. Röd. Mätning manuellt.

År 2012: endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 7:e metern på södra sidan och 2:a metern norra sidan.

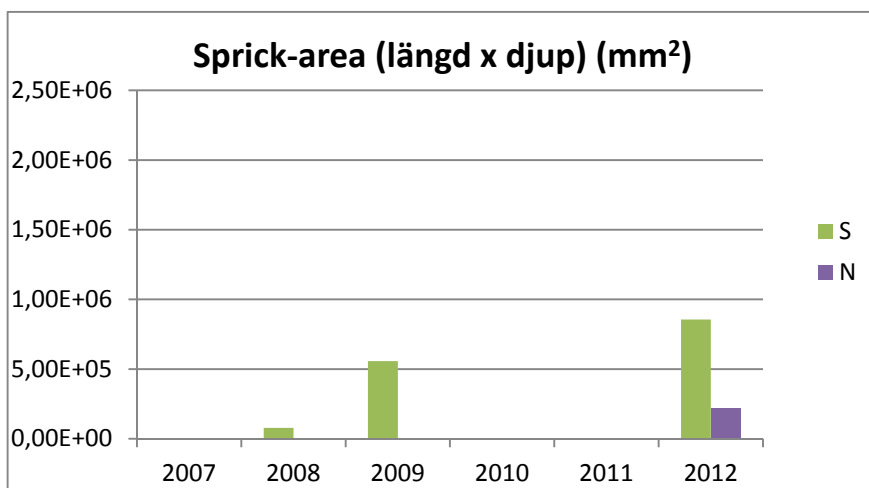
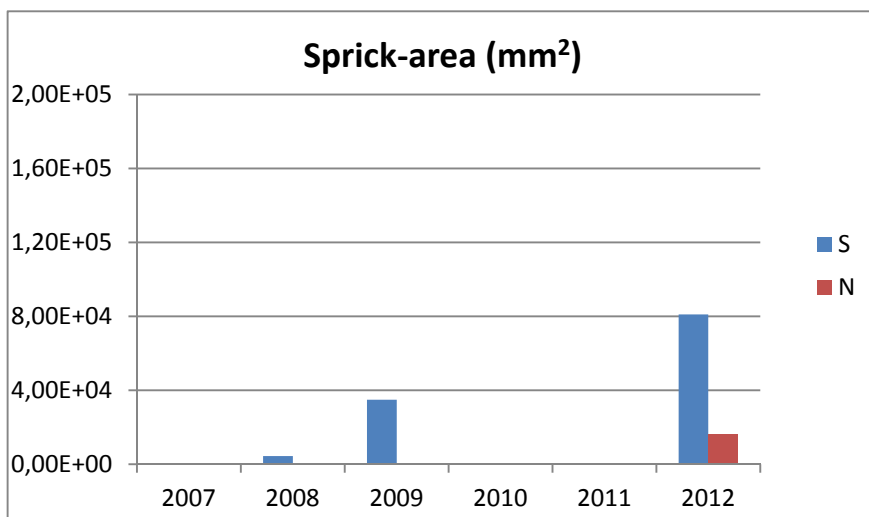


H17. Furu imp. Röd. Mätning manuellt.

År 2008: notering "Södra: Mycket sprickor, Norra: Mycket småsprickor"

År 2010: ingen mätning

År 2012: endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 6:e metern på södra sidan och norra sidan.

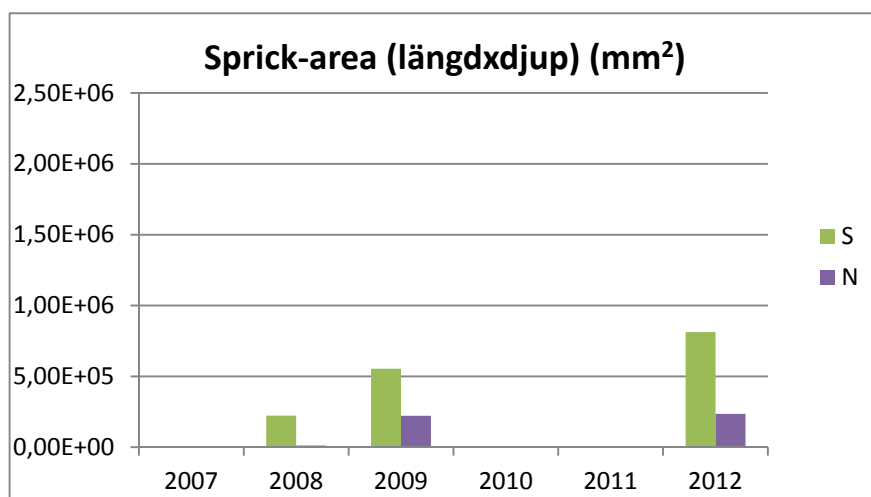
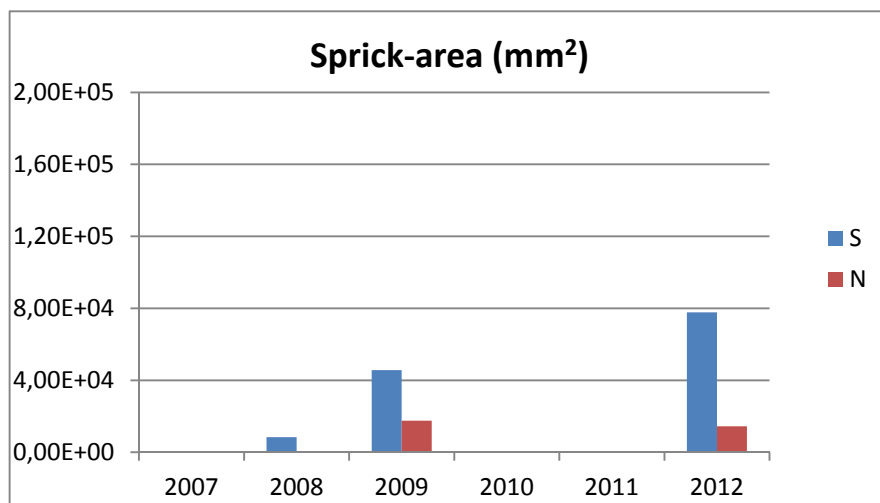


H18. Furu imp. Röd. Mätning manuellt.

År 2008: notering "Norra: Inga större sprickor"

År 2010 och 2011: ingen mätning

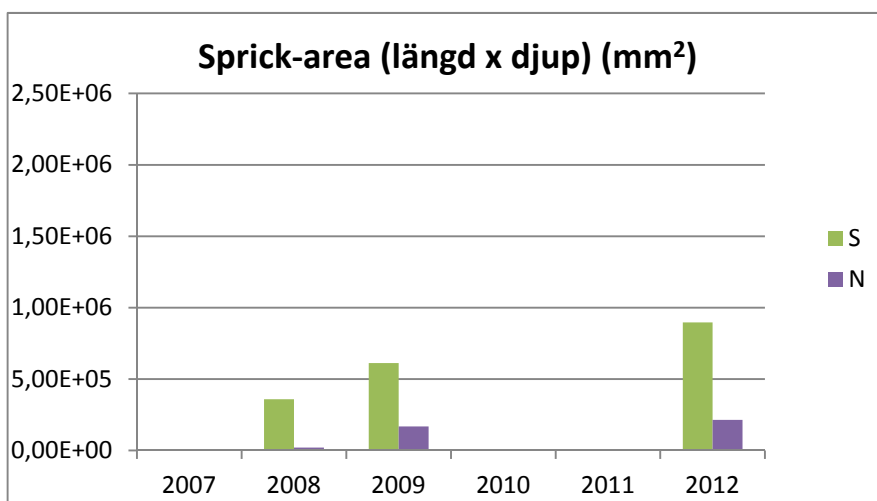
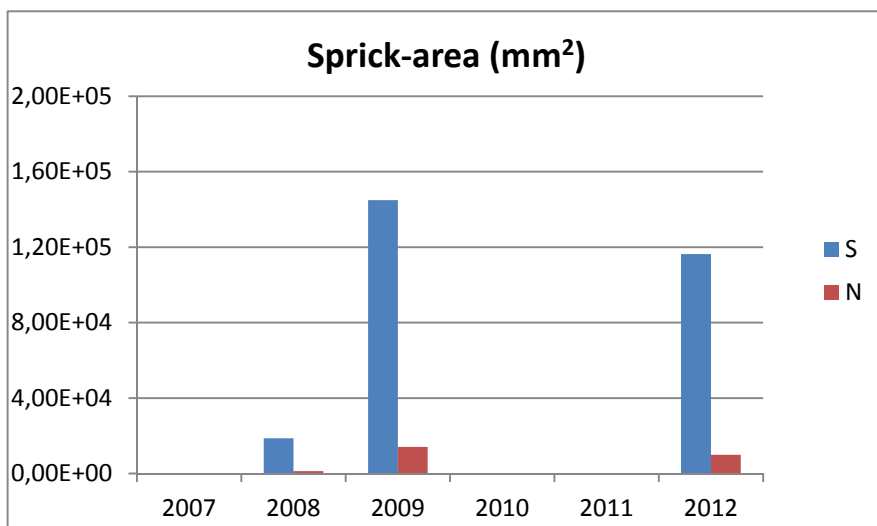
År 2012: endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 8:e metern på södra sidan och 2:a metern på norra sidan.



H19. Furu imp. Röd. Mätning manuell.

År 2010 och 2011: ingen mätning

År 2012: endast sprickmätning på 1m (multiplicerat med 9 m i diagrammen), 6:e metern på södra sidan och 2:a metern på norra sidan.



H2O. Furu imp. Röd. Mätning manuellt.

År 2010 och 2011: ingen mätning

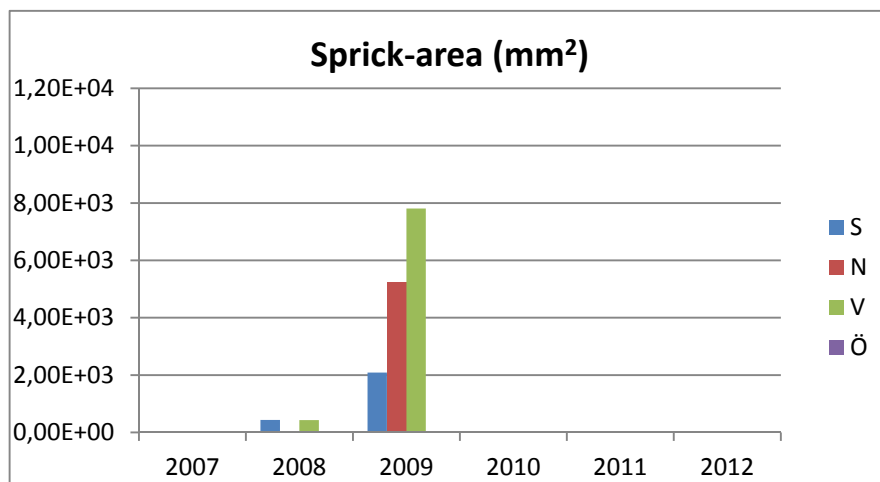
År 2012: endast sprickmätning på 1m (multipliserat med 9 m i diagrammen), 7:e metern på södra sidan och norra sidan.

Bilaga 4 Sprickutveckling stolpar H21-H55, H91-H97, B1-B5, B11-B15

Dimensioner: Enligt tabell 3, längd = 2 m

Placering: Byggsiljum alternativt Borås (B1-B5, B11-B15)

Sprick-area = Spricklängd x sprickbredd, sprickor (på ytan) bredare än 0,4 mm uppmätta

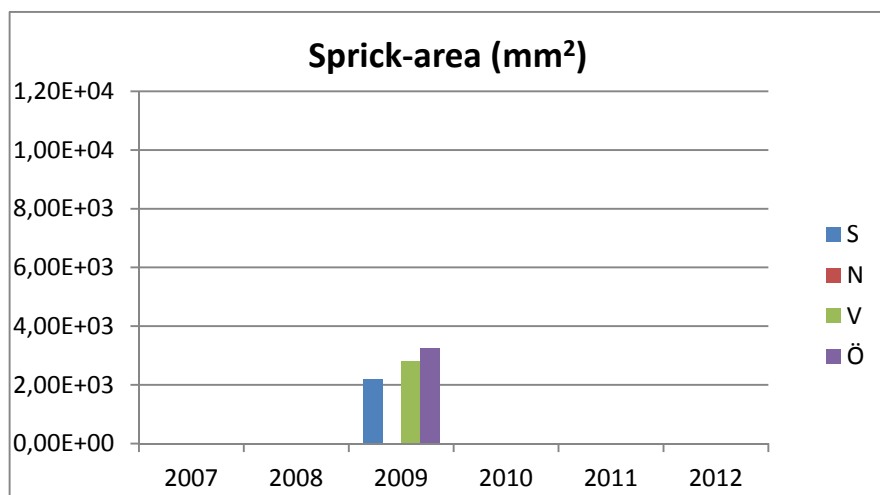


H21. Furu imp. oljad. Mätning manuellt.

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: endast delvis



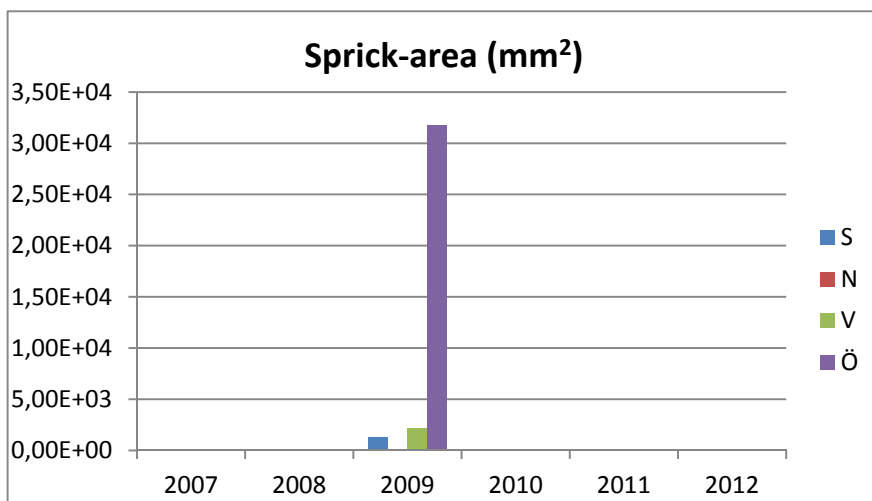
H22. Furu imp. oljad. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



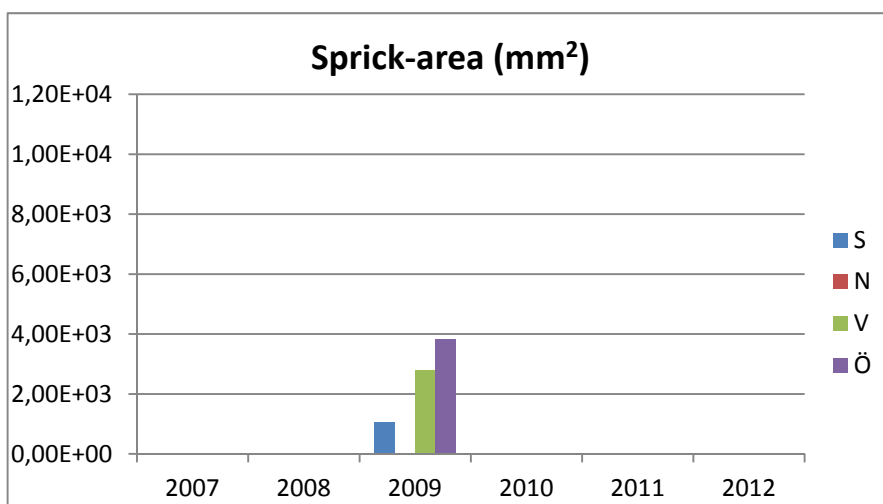
H23. Furu imp. oljad. Mätning manuellt.OBS! Skala sprick-area

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



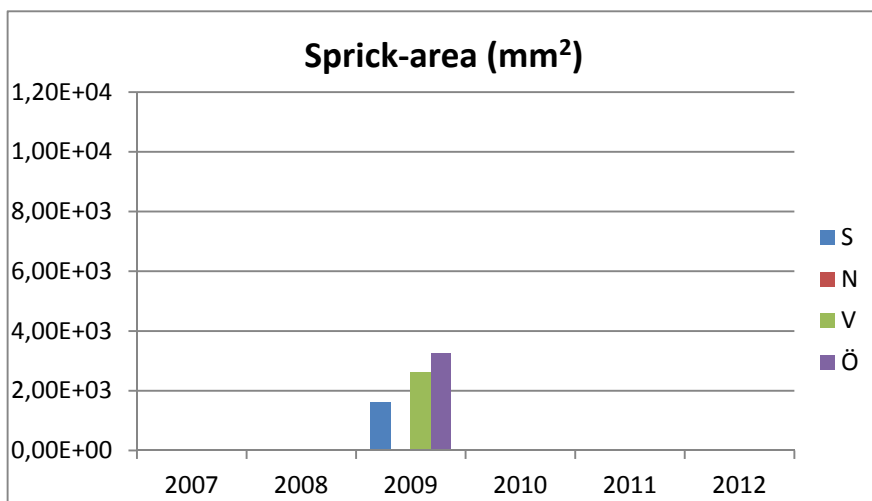
H24. Furu imp. oljad. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



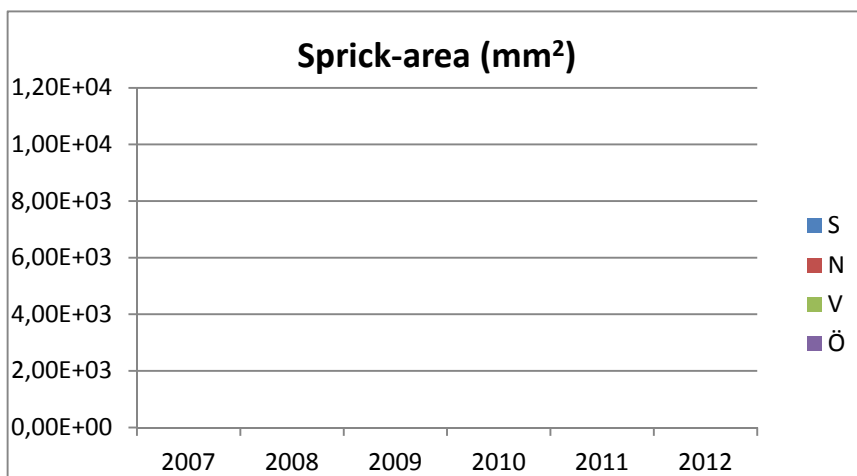
H25. Furu imp. oljad. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



Inga mätvärden

H26. Gran, målad vit. Mätning manuellt.

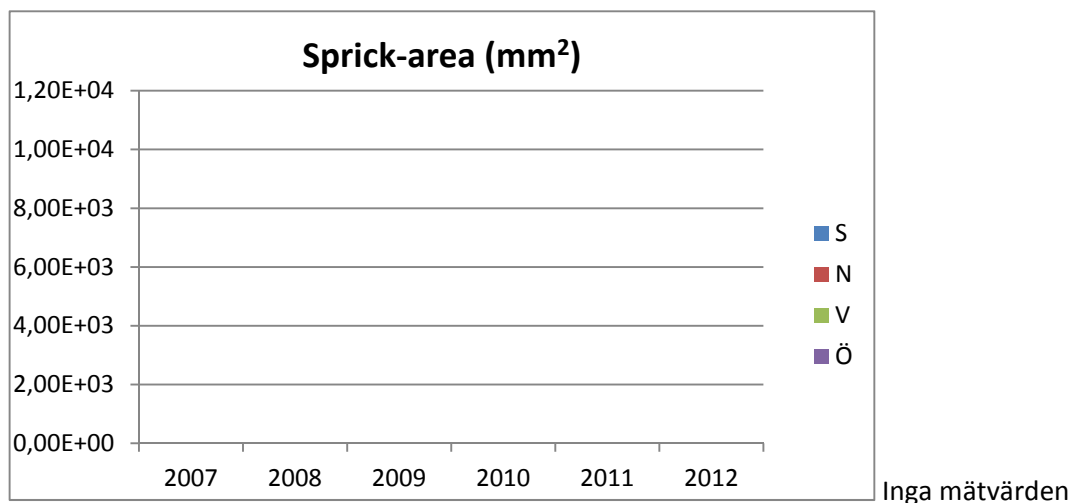
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



H27. Gran, målad vit. Mätning manuellt.

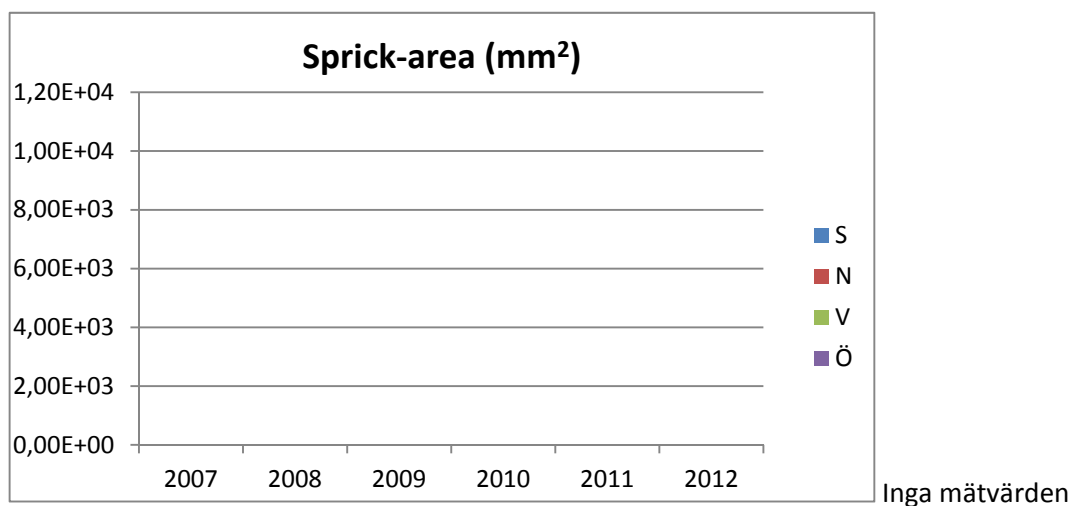
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



H28. Gran, målad vit. Mätning manuellt.

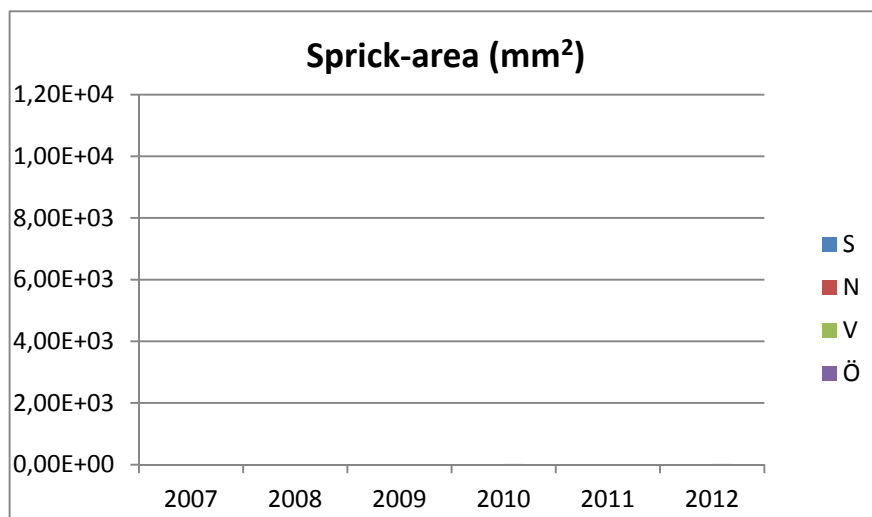
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: Noterat: Fin förutom några små infästningssprickor

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering

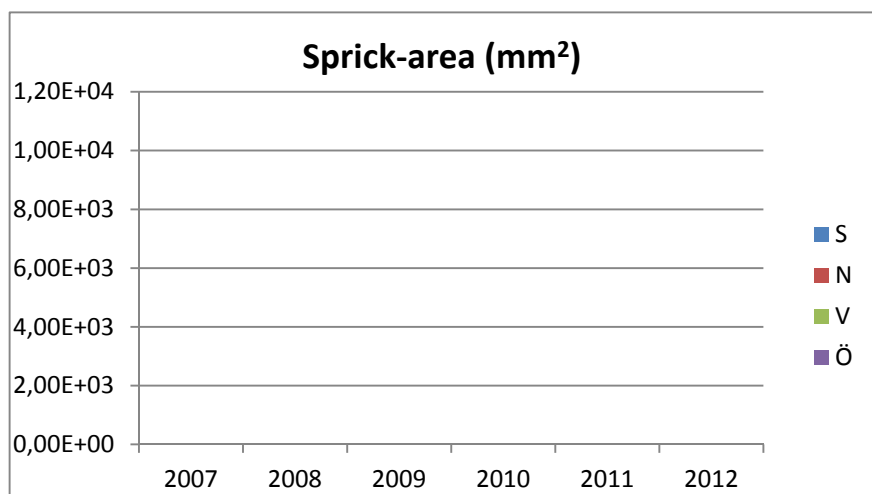


H29. Gran, målad vit. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



Inga mätvärden

H30. Gran, målad vit. Mätning manuellt.

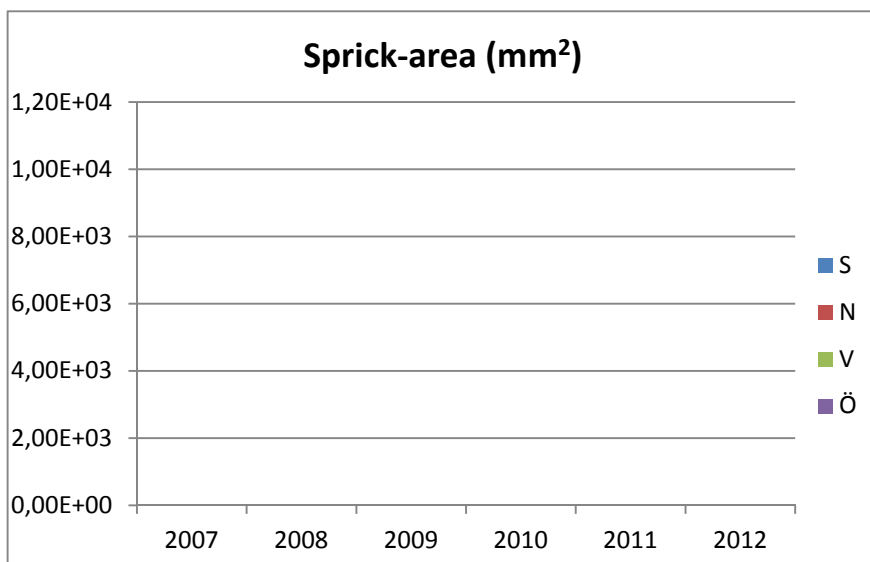
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering



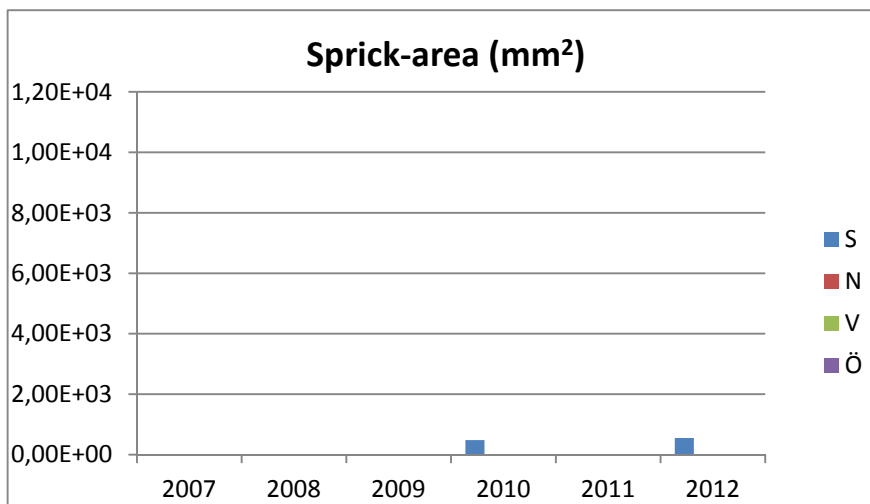
H31. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

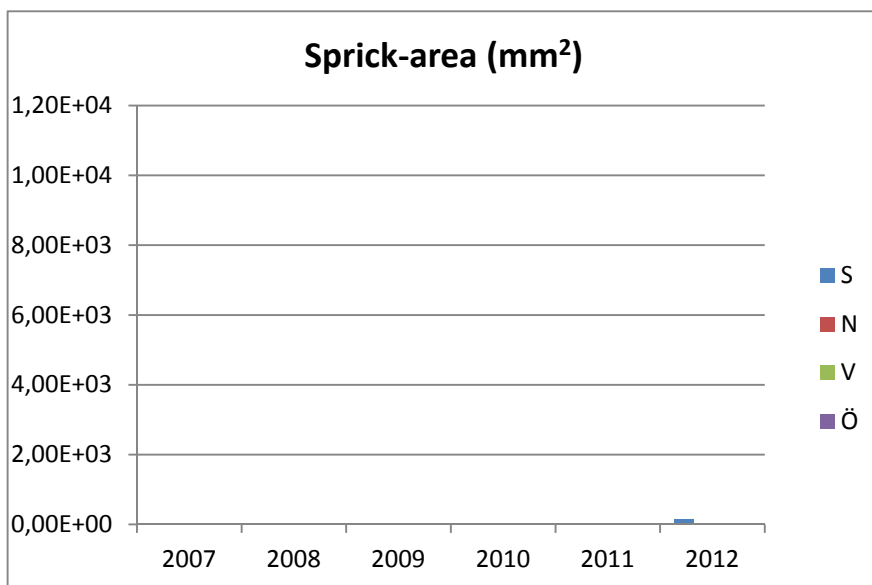


H32. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Endast liten spricka övre del

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



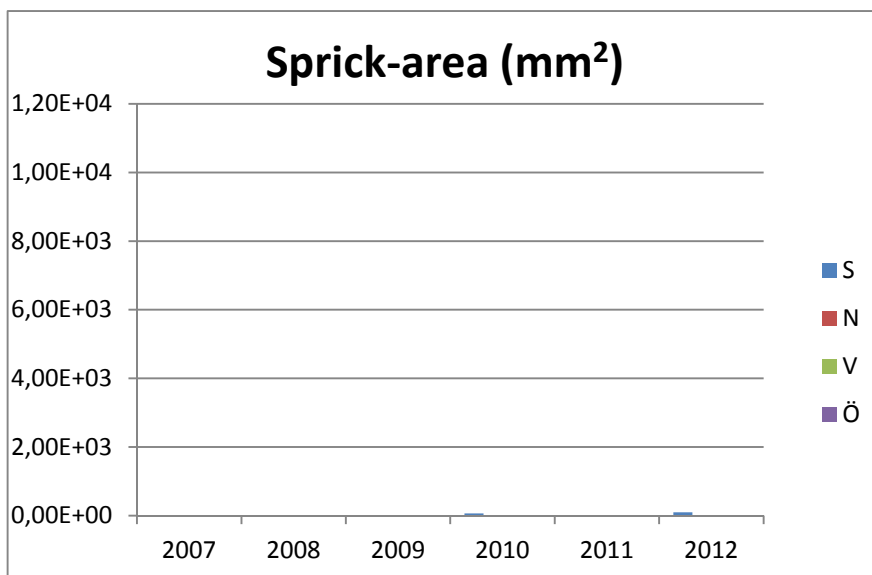
H33. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

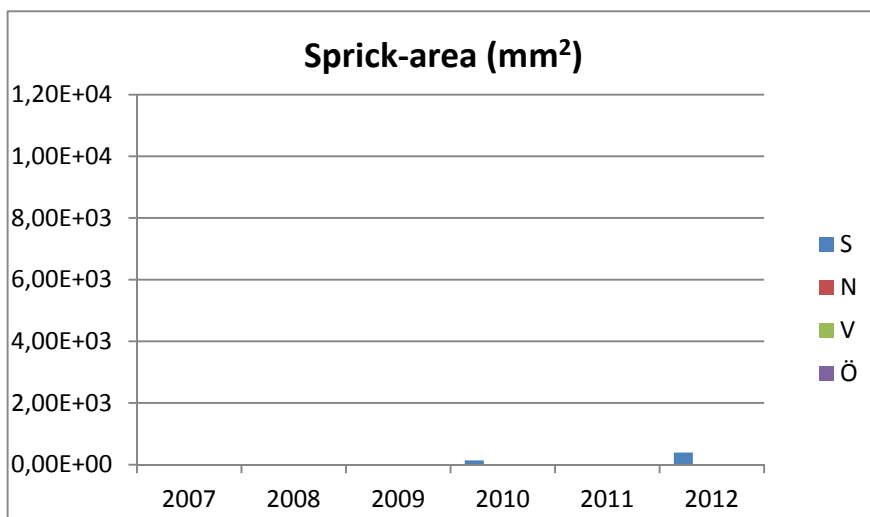


H34. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

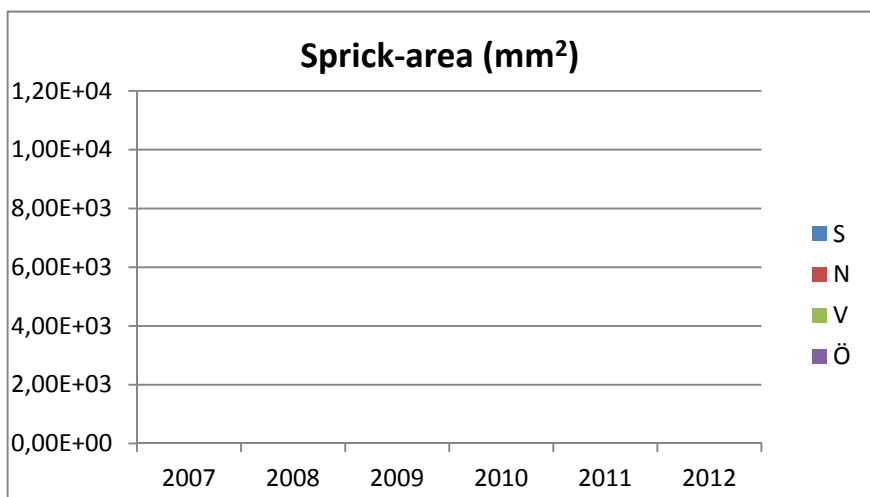


H35. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H36. Gran, ihålig, målad röd. Mätning manuellt.

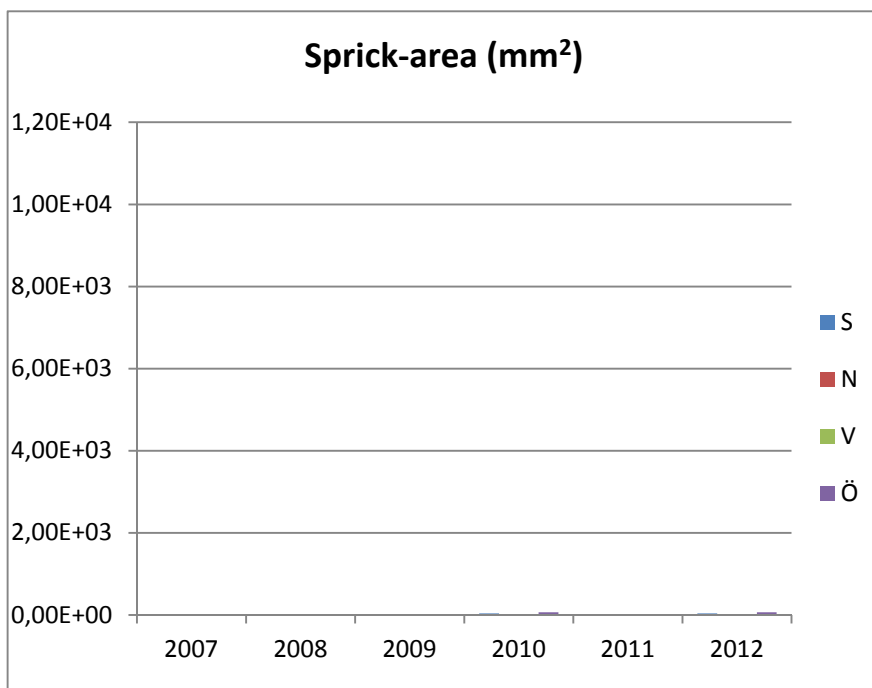
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering

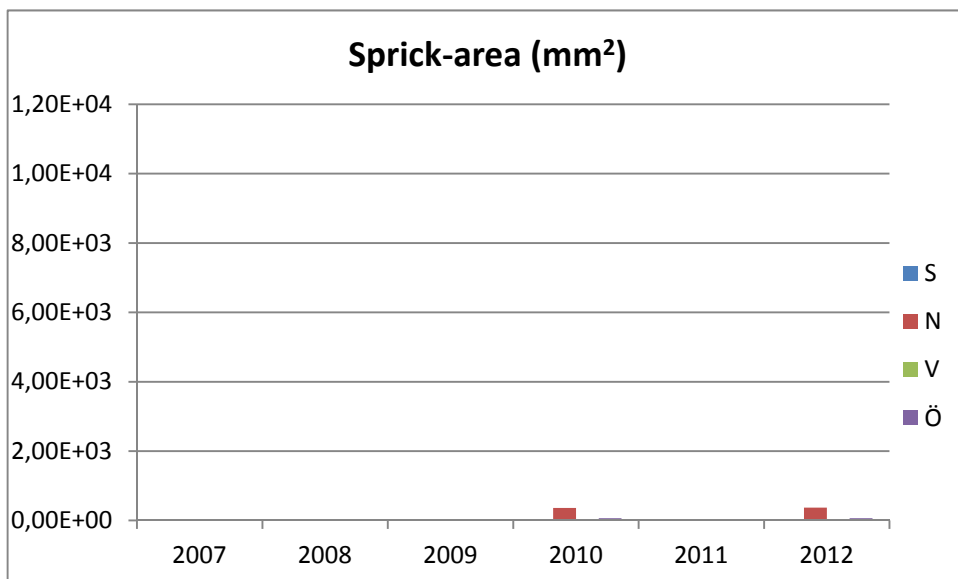


H37. Gran, ihålig, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

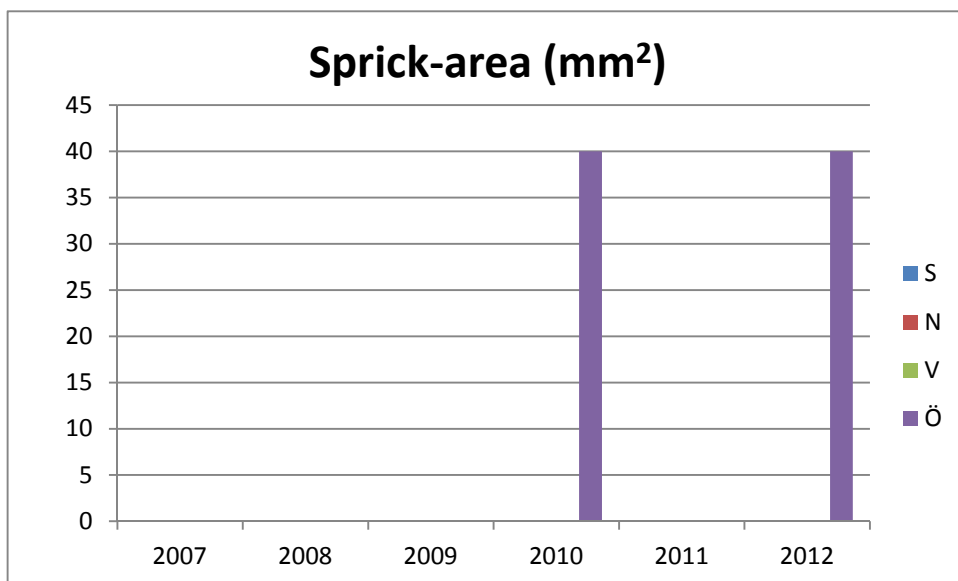


H38. Gran, ihålig, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: Noterat: Fin stolpe förutom några vankantslameller

År 2011: ingen mätning

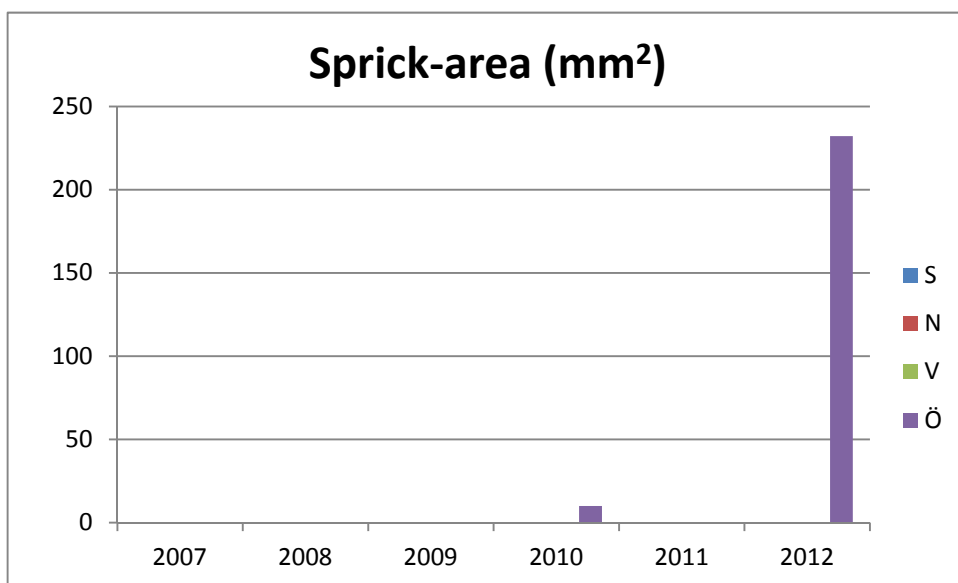


H39. Gran, ihålig, målad röd. Mätning manuell.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

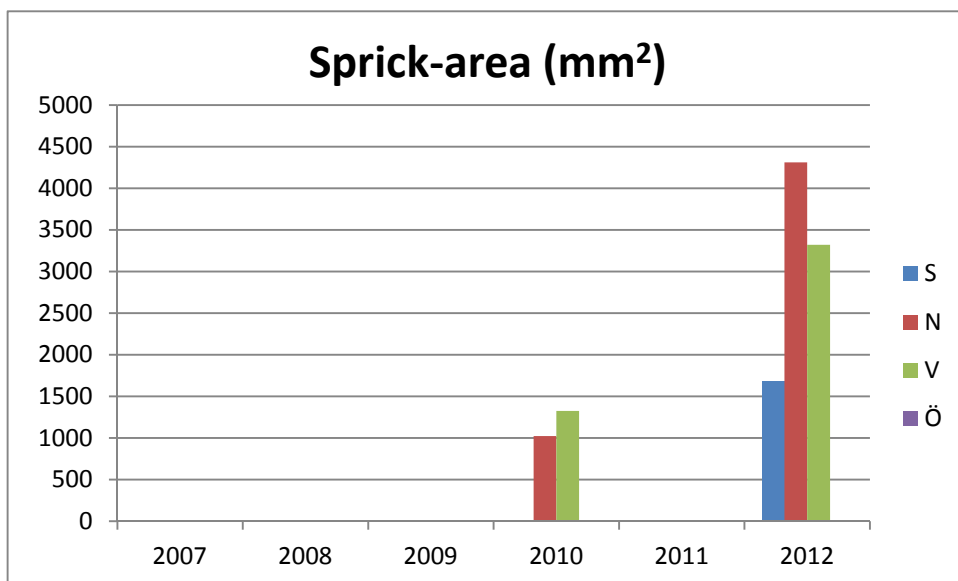


H40. Gran, ihålig, målad röd. Mätning manuell.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

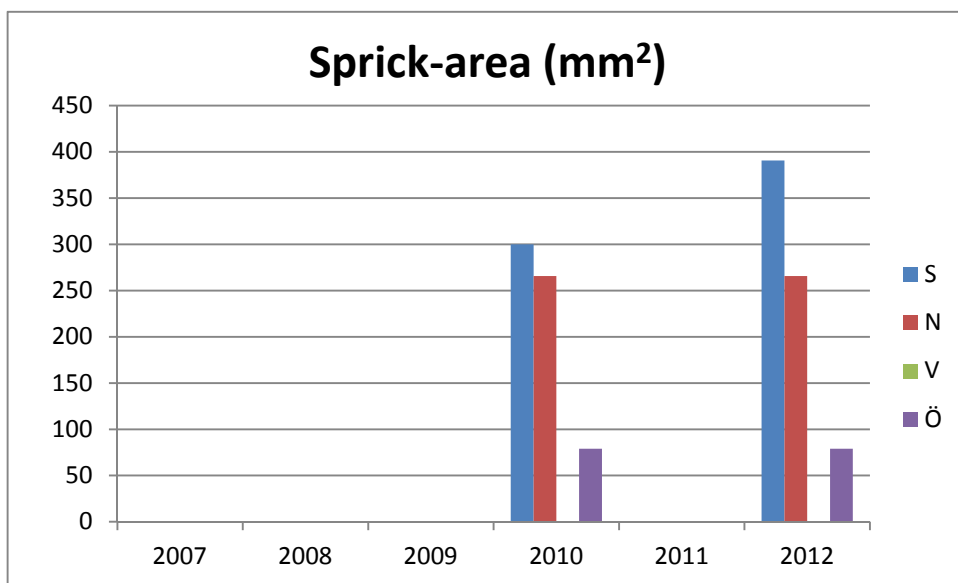


H41. Comwood, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Mindre sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

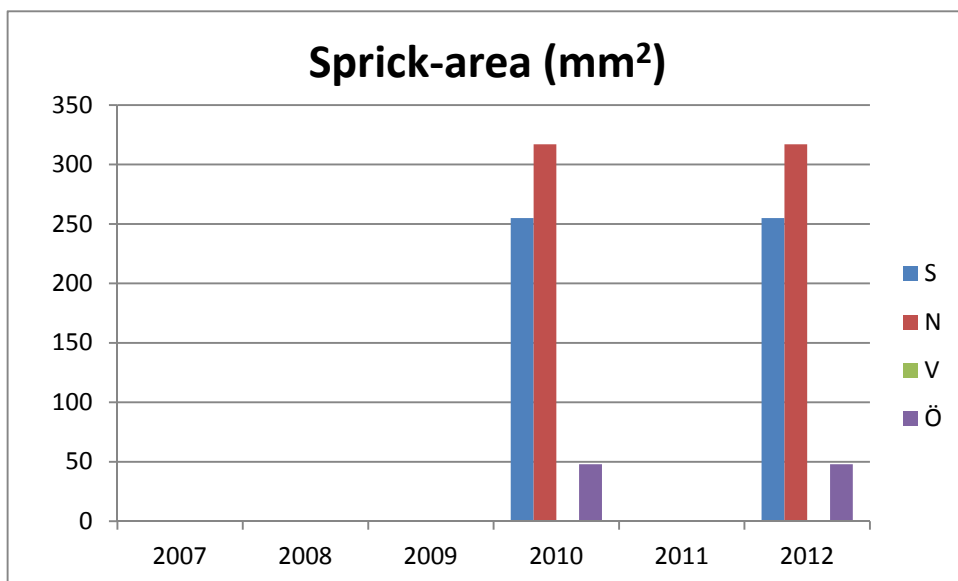


H42. Comwood, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Mindre sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

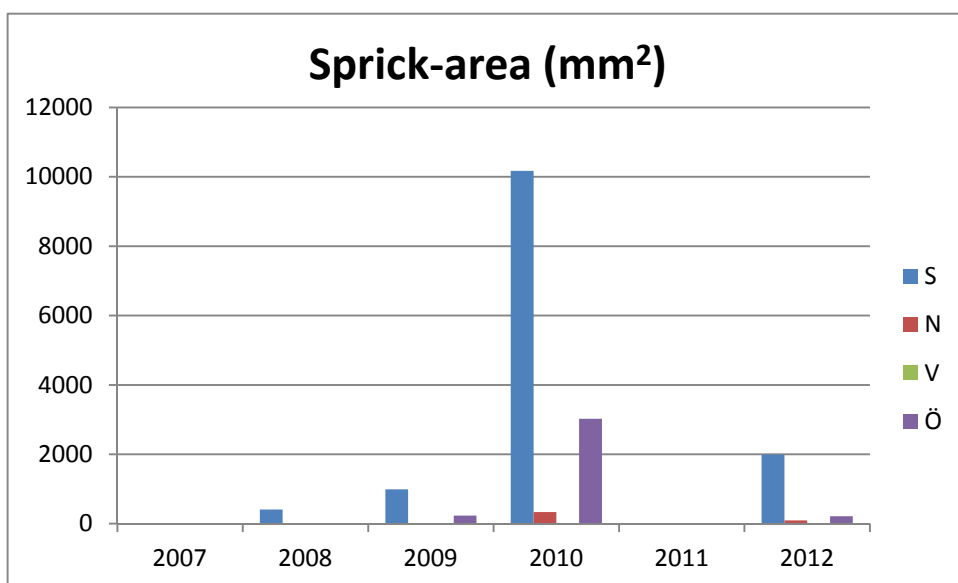


H43. Comwood, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Mindre sprickor

År 2009: ingen notering

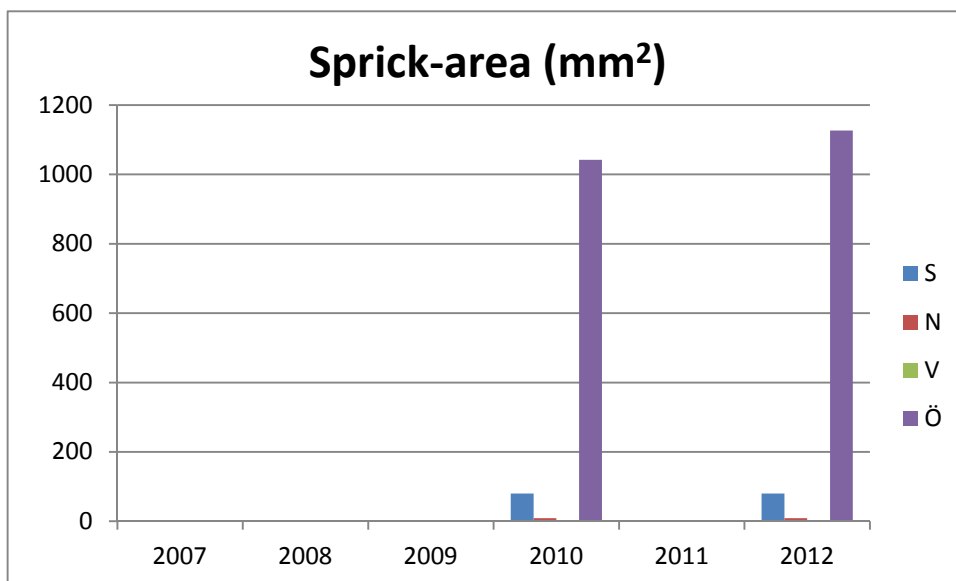
År 2011: ingen mätning



H44. Comwood, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Mindre sprickor

År 2011: ingen mätning

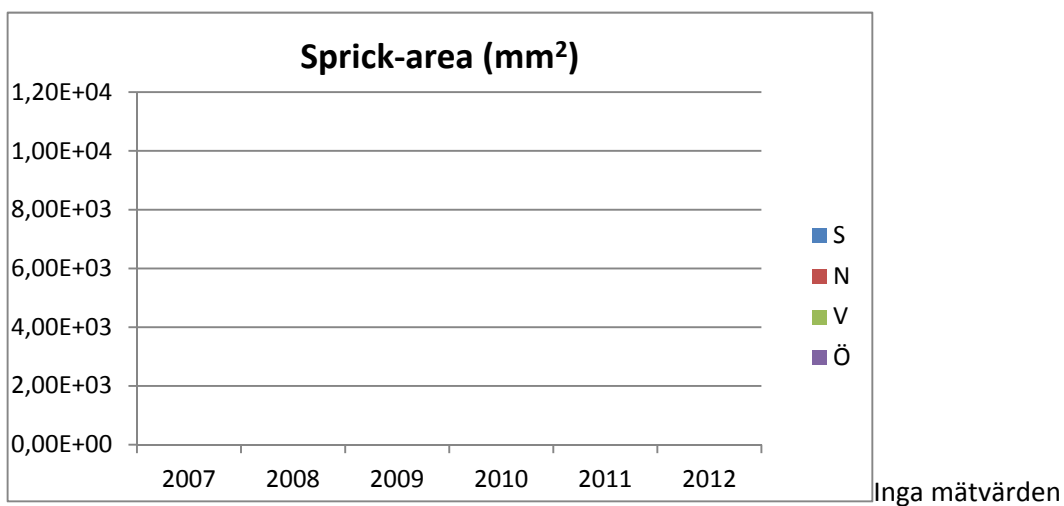


H45. Comwood, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Mindre sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H46. Quattrolit, målad röd. Mätning manuellt.

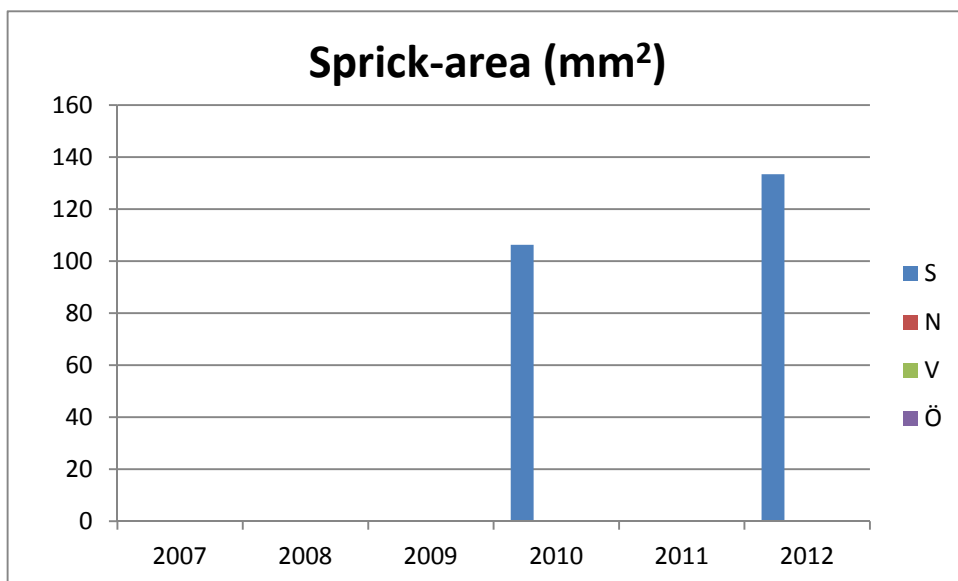
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering

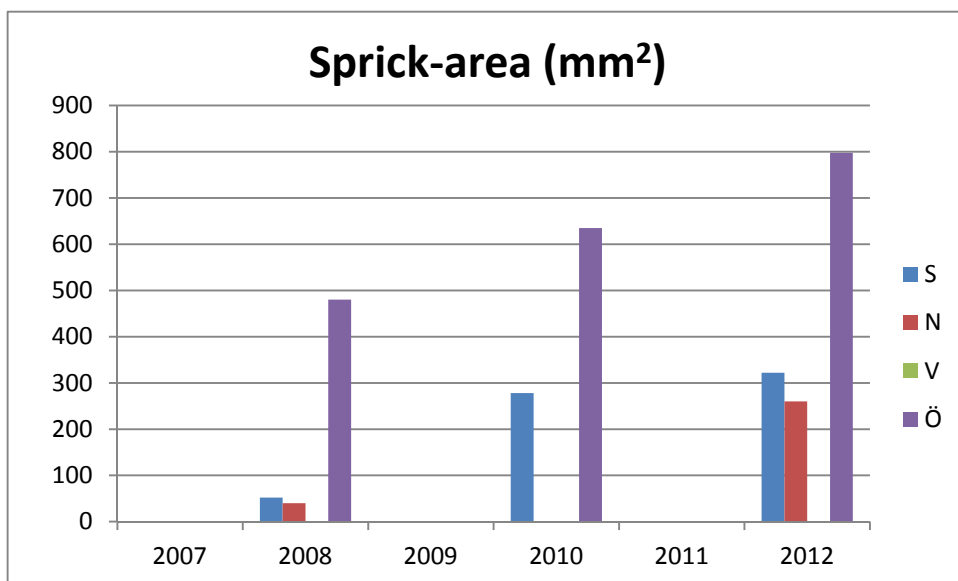


H47. Quattrolit, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Små sprickor

År 2009: ingen notering

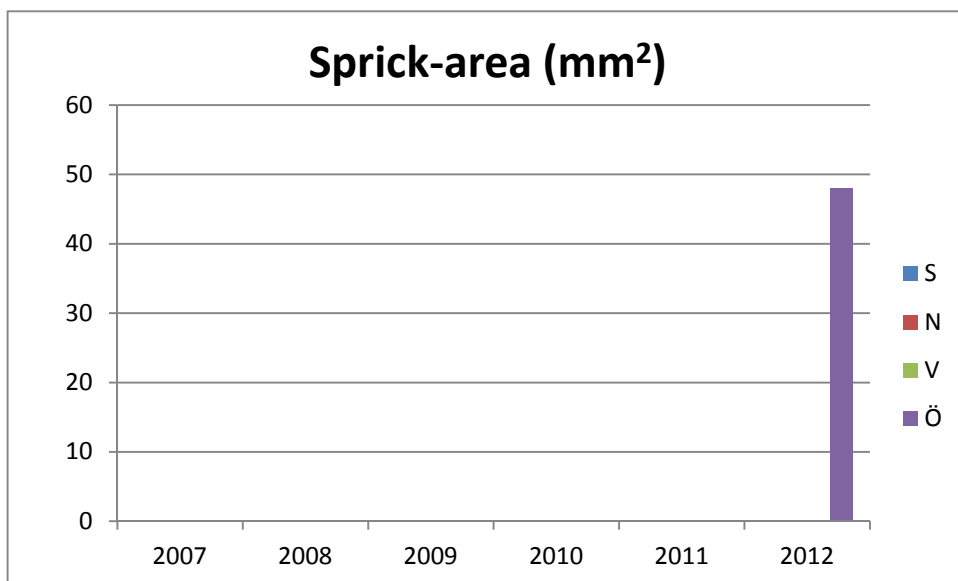
År 2011: ingen mätning



H48. Quattrolit, målad röd. Mätning manuellt.

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



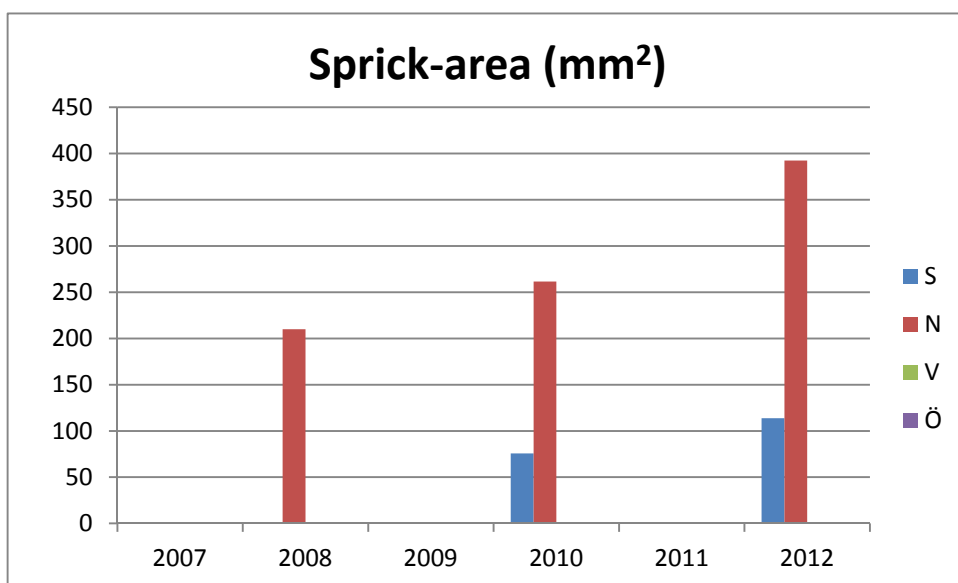
49. Quattrolit, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Liten spricka två sidor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

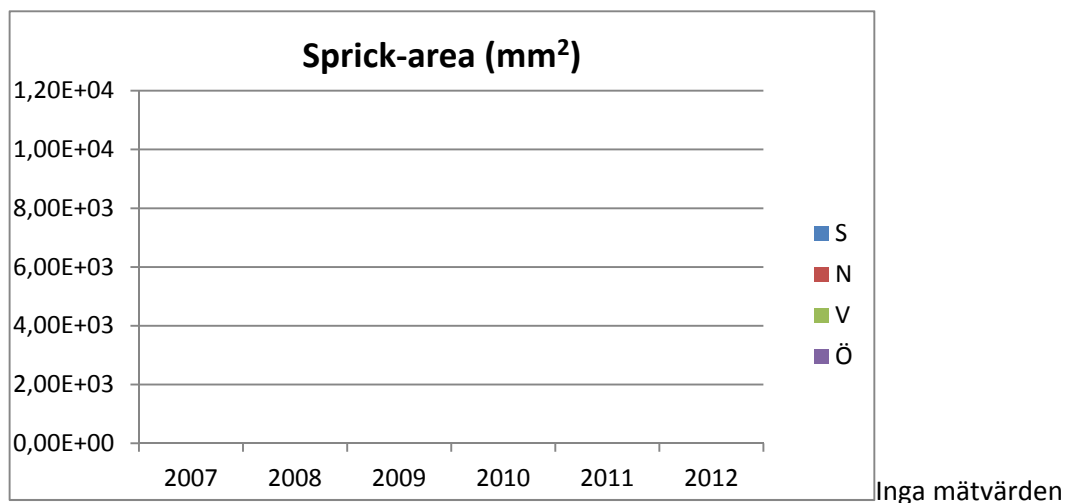
År 2011: ingen mätning



H50. Quattrolit, målad röd. Mätning manuellt.

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H51. Fyrkantstolpe, målad röd. Mätning manuellt.

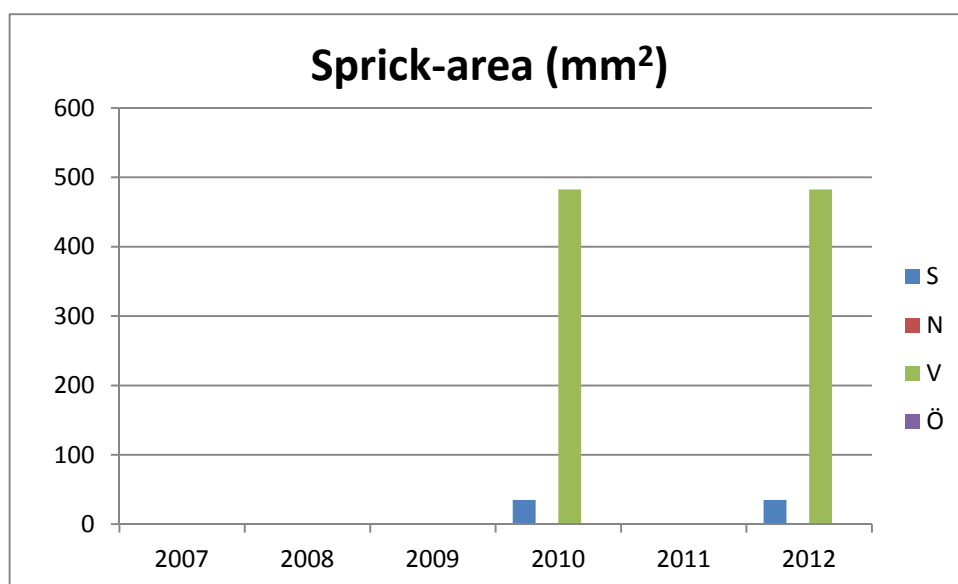
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering

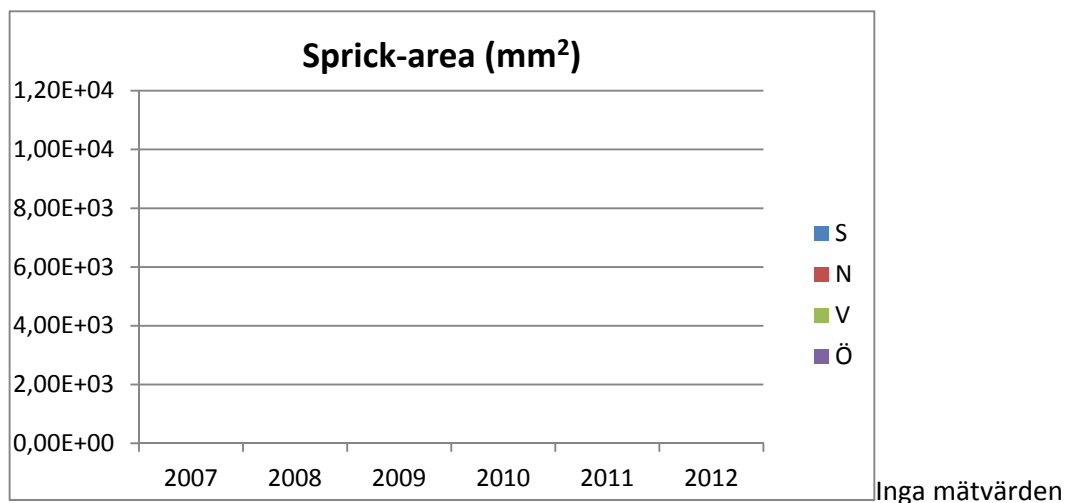


H52. Fyrkantstolpe, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H53. Fyrkantstolpe, målad röd. Mätning manuellt.

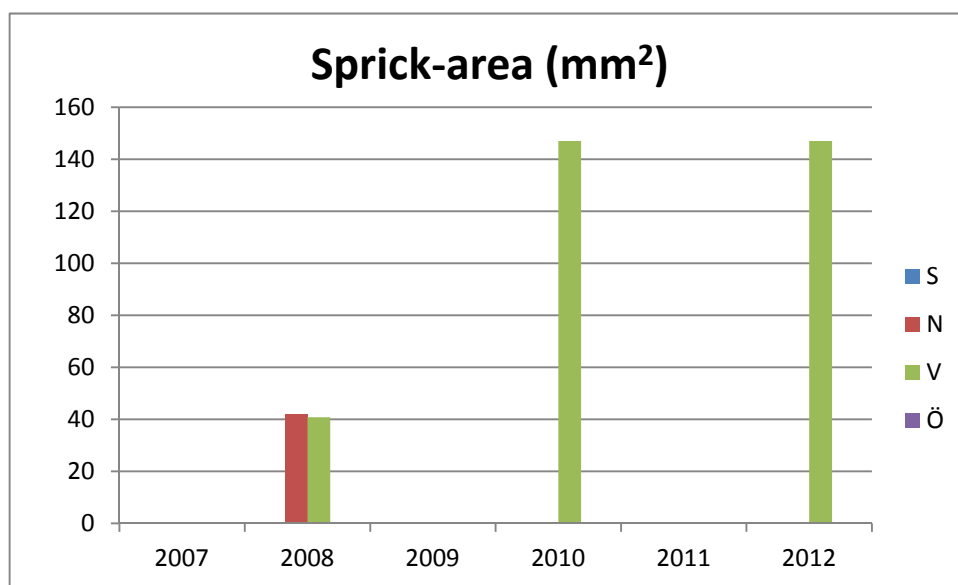
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

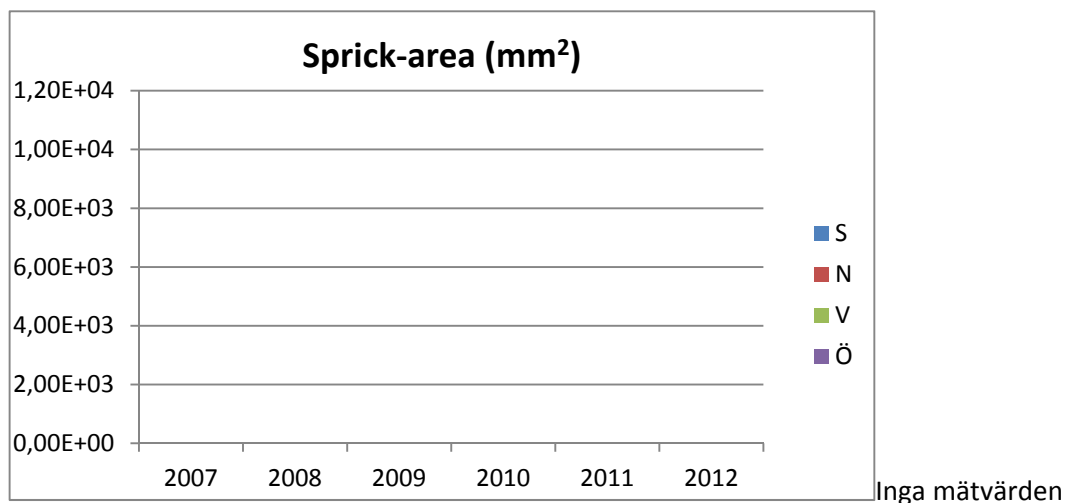
År 2012: ingen notering



H54. Fyrkantstolpe, målad röd. Mätning manuellt.

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H55. Fyrkantstolpe, målad röd. Mätning manuellt.

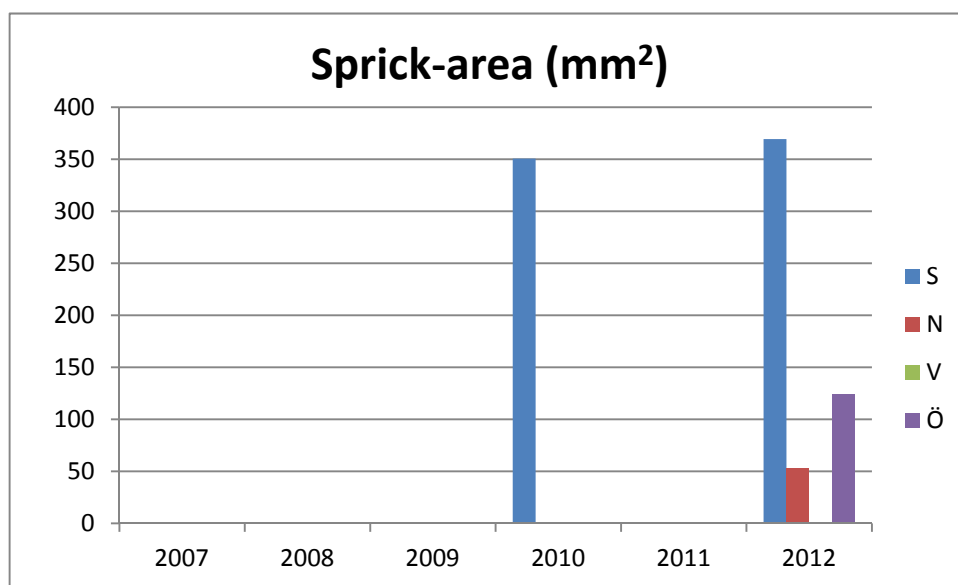
År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

År 2011: ingen mätning

År 2012: ingen notering

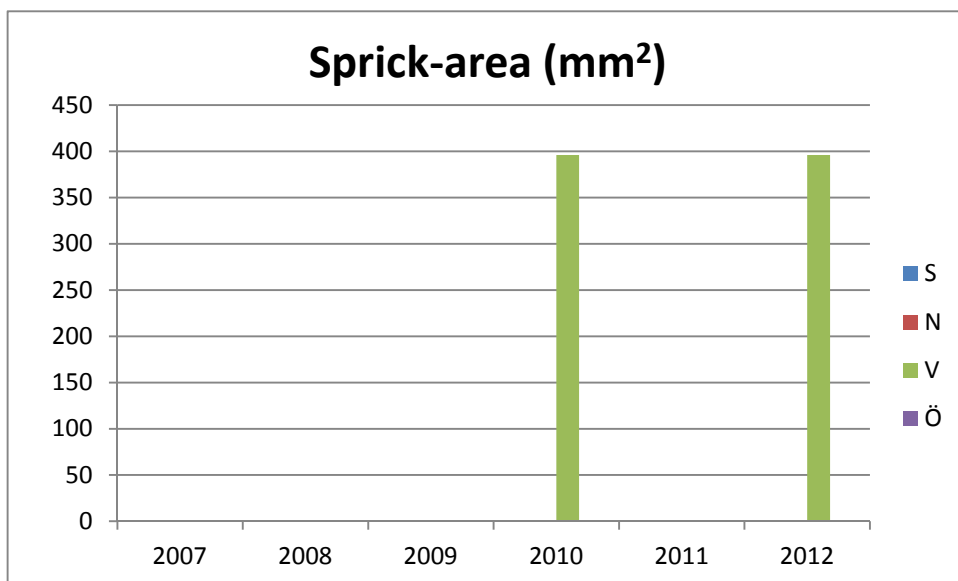


H91. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: ändspricka plus två små sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

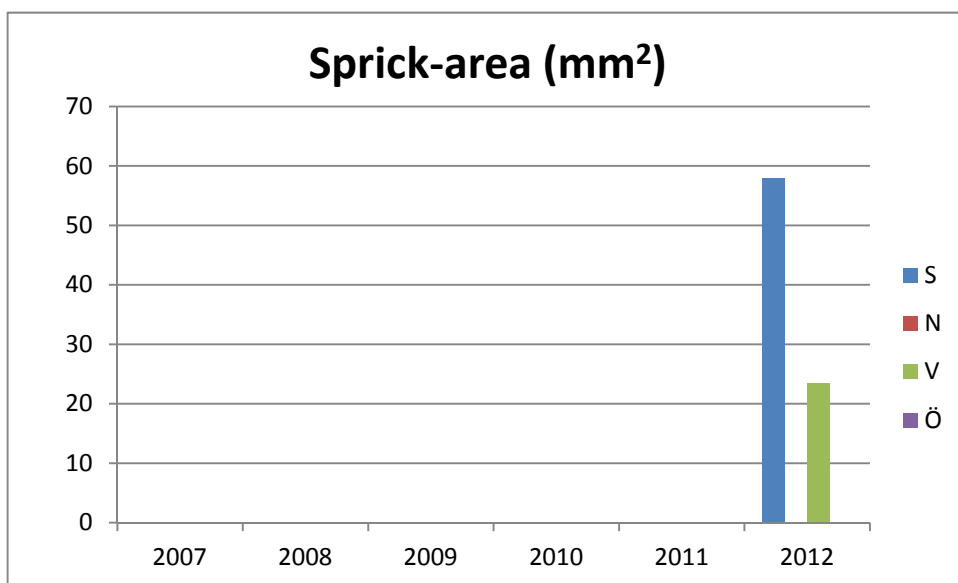


H92. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



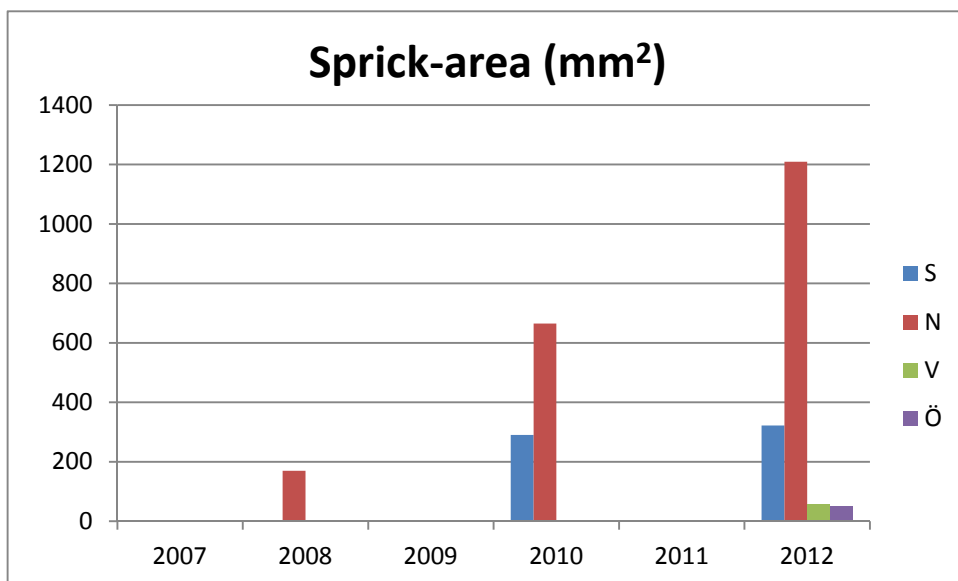
H93. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2010: ingen notering

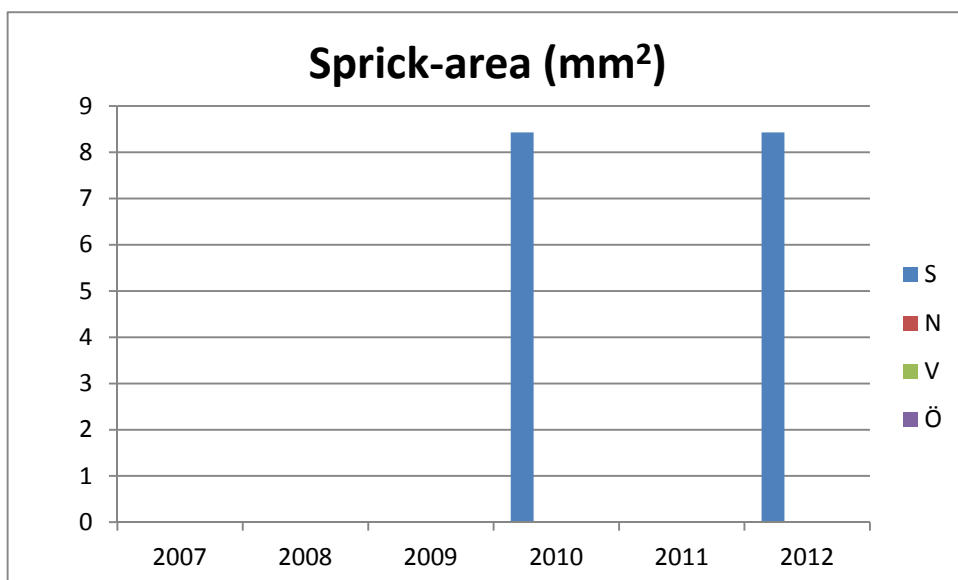
År 2011: ingen mätning



H94. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

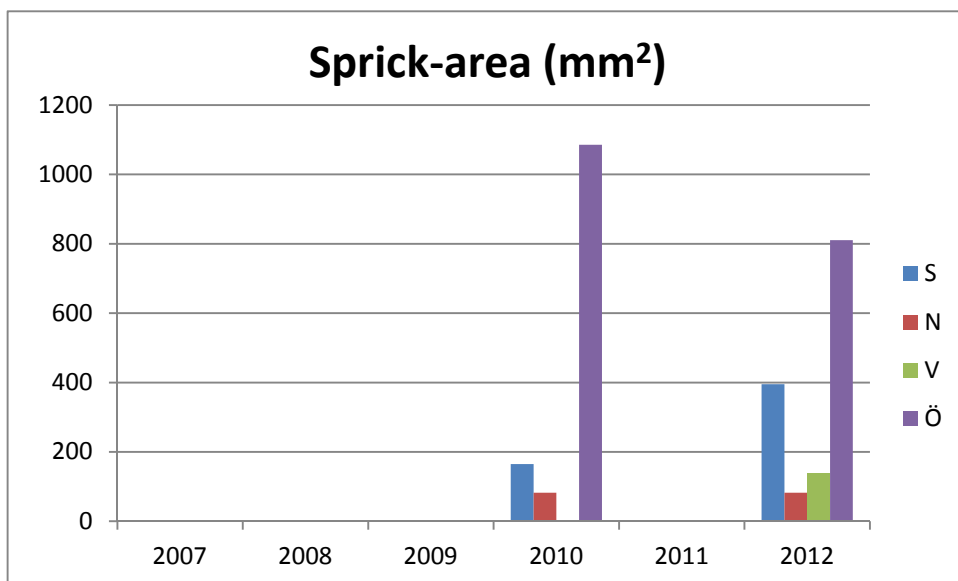


H95. Gran, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

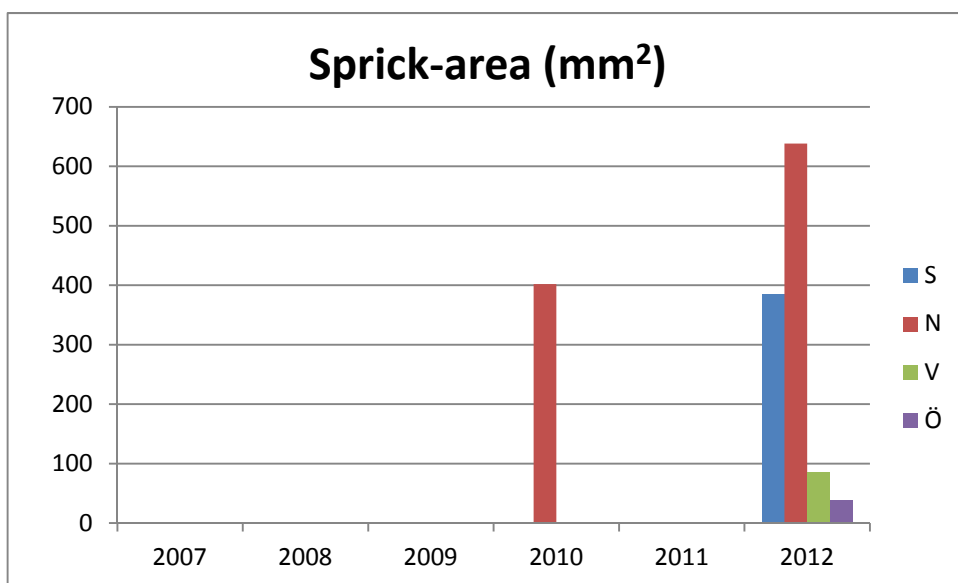


H96. Quattrolit, värmebehandlad, oljad. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning



H97. Quattrolit, värmebehandlad, målad röd. Mätning manuellt.

År 2008: Noterat: Inga sprickor

År 2009: ingen notering

År 2011: ingen mätning

Om TräCentrum Norr

TräCentrum Norr finansieras av de deltagande parterna tillsammans med medel från Europeiska Regionala Utvecklingsfonden (Mål 2), Länsstyrelsen i Norrbottens län samt Region Västerbotten.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Lindbäcks Bygg AB, Holmen Timber, Martinsons Trä AB, SCA Forest Products AB, Norra Skogsägarna, Setra Group AB, Sågverken Mellansverige, SÅGAB, Sveaskog AB, Luleå tekniska universitet, Skellefteå kommun och Piteå kommun.

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden