



Contact:

Testing institute Albert-Ludwig-University Freiburg,
Institute for Forest Utilization and Work Science and
Institute for Forest Botany and Tree Physiology, Chair of Forest Botany

Cooperation partner Ets. Röthlisberger SA, Rue de la Gare 28 CH-2855 Glovelier, Switzerland;
WTT A/S, Jyllandsvej 9, DK 7330 Brande, Denmark

Preliminary note

This report documents the results of an investigation into the resistance of hygrothermally modified wood to wood-decaying Basidiomyceten. It was carried out as part of the research project Thermo-wood modified by the WTT process. The study was conducted in accordance with the EN113 German standard. The analysis of the results and the preliminary classification of the wood samples into natural durability classes were undertaken concurrently in keeping with the EN113/EN350 and CEN/TS 15083-1 standards respectively. The validity of CEN/TS 15083-1 expired in June 2008. As yet it (CEN/TS) has not been converted to European standards. Thus the results presented here must be interpreted in relation to EN113. The classification of the natural durability of the wood samples was undertaken in laboratory trials, and the results need to be confirmed under field conditions.

Material and test conditions

Standards used for testing and classification of the natural durability class: EN 113: Wood preservatives – Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes – Determination of the toxic values; German version EN 113:1996
CEN/TS 15083-1: Durability of wood and wood based products – Determination of the natural durability of solid wood against wood destroying fungi, test methods Part 1: Basidiomycetes; German version CEN/TS 15083-1:2005
EN 350-1: Durability of wood and wood based products – Natural durability of solid wood – Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood; German version EN 350-1:1994
CEN/TS 15679: Thermal Modified Timber – Definitions and characteristics; German version CEN/TS 15679:2007

Species and stem zones in accordance with EN 350-1: European beech (*Fagus sylvatica*): heart- and sapwood; European ash (*Fraxinus excelsior*): heart-, transition- and sapwood; Oak (*Quercus spec.*); heart-, transition wood, Norway spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), White fir (*Abies alba*): heart- and sapwood

Number and origin of the trees: Bottom stems (each 3, ash 2 stems); Switzerland (canton Jura); amplitude 400-600 NN; kiln dried (60-62°C, one week)

Characterisation of wood: 60 % of the oak boards shown decayed sapwood, beech without red heartwood, ash with little heartwood (olive green)

Tested wood product: Standard test samples of hygrothermally treated (WTT technique) and untreated control samples of same species

Tested treatment variants: Kiln dried wood ($u = 12 \% \pm 2$) of following variants:

variant	0	untreated controls
variant	160°C	treated with 160°C or 180°C
variant	180°C	

Sampling / weathering: According to EN 350-1 and EN 84

Sterilisation method: Ionizing gamma radiation

Test period: March 08 to April 09



Contact:

Test duration: 16 weeks

Deviations from the standard: The required angle of the tree rings to the broad surfaces from $90 \pm 15^\circ$ could be observed only for about 80% of the test specimens. Required number of trees after EN113 = 3, according to CEN / TS 15083-1 = 5; investigated trees: spruce, pine, fir, beech and oak = 3, ash = 2; in each experimental vessel were added three (untreated, 160 ° C, 180 ° C) instead of 2 specimens as specified in EN 113.

Report prepared by: Andrea Tausch, Denny Ohnesorge

Date: 11. May 2009

Test fungi:

scientific name	strain number	tested with
<i>Coniophora puteana</i>	BAM Ebw. 15 ¹ / (DSM 3085)	HW and SW
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	BAM Ebw. 109 ³ / (DSM 3087)	HW and SW
<i>Serpula lacrymans</i>	BAM Ebw. 315	HW and SW
<i>Coriolus versicolor</i>	CTB 863 A ² / (DSM 3087)	HW
<i>Poria placenta</i>	EMPA 229	SW

¹obtained as EMPA 62, ²obtained as EMPA 159, ³obtained as EMPA 100; HW = hardwoods, SW = softwoods

Method

The table below presents the investigation results for the resistance of hygrothermally modified wood to wood-decaying Basidiomyceten after a 16-week incubation period for each tree species. Both the uncorrected percentage weight loss (from CEN/TS 15083-1) and the corrected weight loss (from EN 113) are presented in relation to the initial dry weight of the wood samples. When, at the end of the trial, an increase in the oven dry weight of a sample was measured, this value was recorded as a 0% weight loss in the analysis. In contrast to CEN/TS 15083-1, the weight loss determined (WL_{uncorr}) was corrected with a correction factor (WL_{corr}) in accordance with EN 113. The correction factor represents a weight change that cannot be attributed to the trial fungus. Its determination was based on the separate control wood samples. Furthermore, in accordance with CEN/TS 15679, sample wood with abnormal moisture content (moisture content $u < 25\%$ and $u > 80\%$) was not eliminated as prescribed in EN 113.

Classification of natural durability

The following table shows the classification of the natural durability of the wood samples tested, determined in accordance with the standards CEN/TS 15083-1 and EN 350-1. The classification adopting CEN/TS 15083-1 was carried out using the limiting values in Appendix E of the technical specifications. These were obtained from the highest median weight loss of the fungi tested. As this is merely a preliminary assessment, the following results are also preliminary. The classification of the natural durability to fungal infection following EN 350-1 was conducted on the basis of the trial fungi that caused the highest average weight loss (WL_{corr}) in wood samples. The classification was performed with an x-value, which was derived from ratio of the mean percentage weight loss of the wood species tested and the mean weight loss of reference wood species. Beech wood served as a reference wood species for hardwoods, and pine sapwood as the reference wood species for softwoods.



Contact:

Results for beech wood

test fungi	beech wood			CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
	treatment	stem zone	ρ_0 [kg/m ³]	n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control	heart	729	19	36,1	3,3	19	0,7	35,4	3,3
		transition	696	10	33,4	4,2	10	0,7	32,6	4,2
		sap	685	30	37,3	7,6	30	0,7	36,5	7,6
	160°C	heart	599	19	13,6	6,9	19	3,7	9,9	6,9
		transition	654	12	18,7	3,2	12	3,7	15,0	3,2
		sap	616	27	7,8	2,8	27	3,7	4,0	2,8
	180°C	heart	615	19	2,4	2,3	19	2,1	0,7	2,1
		transition	631	28	1,4	0,5	28	2,1	0,0	0,1
		sap	628	10	2,4	1,1	10	2,1	0,6	0,6
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control	heart	739	15	29,9	1,2	15	0,7	29,2	1,2
		sap	660	15	31,9	5,6	15	0,7	31,1	5,6
	160°C	heart	649	15	7,2	5,0	15	3,7	4,5	3,5
		sap	600	15	4,4	1,5	15	3,7	0,9	1,3
	180°C	heart	640	15	1,7	0,6	15	2,1	0,1	0,2
		sap	601	15	2,4	1,3	15	2,1	0,5	1,2
<i>Coriolus versicolor</i>	control	heart	727	15	33,6	2,9	15	0,7	32,8	2,9
		sap	664	18	35,9	10,5	18	0,7	35,2	10,5
	160°C	heart	653	15	9,2	2,3	15	3,7	5,5	2,3
		sap	604	18	11,0	2,2	18	3,7	7,3	2,2
	180°C	heart	649	15	5,8	1,6	15	2,1	3,7	1,6
		sap	601	18	6,0	1,1	18	2,1	3,9	1,1
<i>Serpula lacrymans</i>	control	heart	734	15	3,2	5,4	15	0,7	2,5	5,4
		sap	680	15	7,7	12,9	15	0,7	7,5	12,7
	160°C	heart	659	15	6,8	5,2	15	3,7	3,5	4,8
		sap	588	15	0,9	1,2	14	3,7	0,0	0,0
	180°C	heart	643	15	1,9	0,7	15	2,1	0,2	0,3
		sap	620	15	3,8	1,5	15	2,1	1,7	1,4

Classification of natural durability

species	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
European beech	control	all ^a	36,9	5	35,5	1,00	5
	160°C	all	10,9	3*	8,2	0,23	2
	180°C	all	6,1	2*	3,8	0,11	1

*deviations in classification between the two standards; ^a reference species; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable



Contact:

Results for ash wood

test fungi	ash wood			CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
	treatment	stem zone	ρ_0 [kg/m ³]	n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control	heart	651	14	28,0	3,5	14	1,6	26,5	3,5
		sap	639	15	29,9	2,1	15	1,6	28,3	2,1
	160°C	heart	622	14	4,6	4,0	14	4,4	1,6	2,8
		sap	567	14	6,6	2,0	14	4,4	2,2	1,9
	180°C	heart	607	9	1,2	0,7	9	2,6	0,0	0,0
		sap	575	6	1,4	0,8	6	2,6	0,0	0,0
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control	heart	679	10	27,0	4,5	10	1,6	25,4	4,5
		transition	659	10	28,0	1,7	10	1,6	26,5	1,7
		sap	646	10	21,3	4,6	10	1,6	19,7	4,6
	160°C	heart	662	10	6,3	1,1	10	4,4	1,8	1,1
		transition	581	10	6,5	0,7	10	4,4	2,1	0,7
		sap	598	10	7,5	1,4	10	4,4	3,0	1,4
	180°C	heart	622	10	2,2	0,7	10	2,6	0,2	0,3
		transition	576	10	2,6	0,2	10	2,6	0,1	0,2
		sap	571	10	2,7	0,5	10	2,6	0,3	0,3
<i>Coriolus versicolor</i>	control	heart	699	10	31,5	1,7	10	1,6	29,9	1,7
		transition	655	10	33,0	1,3	10	1,6	31,5	1,3
		sap	663	10	32,5	1,1	10	1,6	30,9	1,1
	160°C	heart	654	10	9,4	1,9	10	4,4	5,0	1,9
		transition	592	10	11,3	2,1	10	4,4	6,8	2,1
		sap	591	10	13,1	1,4	10	4,4	8,6	1,4
	180°C	heart	607	10	4,6	1,5	10	2,6	2,1	1,5
		transition	579	10	4,7	1,0	10	2,6	2,2	1,0
		sap	590	10	4,1	0,9	10	2,6	1,5	0,9
<i>Serpula lacrymans</i>	control	heart	700	10	0,8	0,6	10	1,6	0,0	0,0
		transition	652	10	2,5	0,3	10	1,6	1,0	0,3
		sap	661	10	3,2	0,2	10	1,6	1,6	0,2
	160°C	heart	633	10	4,8	0,3	10	4,4	0,4	0,3
		transition	591	10	4,9	0,8	10	4,4	0,6	0,6
		sap	575	10	5,8	0,7	10	4,4	1,3	0,7
	180°C	heart	612	10	2,1	0,6	10	2,6	0,1	0,3
		transition	575	10	2,3	0,1	10	2,6	0,0	0,0
		sap	592	10	2,2	0,2	10	2,6	0,0	0,0

Classification of natural durability

species ^a	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
ash	control	heart	32,0	5*	29,9	0,84	4
		transition	32,8	5*	31,5	0,89	4
		sap	32,4	5*	30,9	0,87	4
	160°C	heart	9,2	2*	5,0	0,14	1
		transition	10,6	3*	6,8	0,19	2
		sap	13,0	3*	8,6	0,24	2
	180°C	heart	4,3	1	2,1	0,06	1
		transition	4,3	1	2,2	0,06	1
		sap	4,0	1	1,5	0,04	1

^adeviations in classification between the two standards; ^a reference species beech; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable



Contact:

Results for oak wood

oak wood				CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
test fungi	treatment	stem zone	ρ_0 [kg/m ³]	n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control	heart	629	30	9,6	4,5	30	2,9	6,7	4,5
		transition	580	30	6,8	2,2	30	2,9	3,9	2,2
	160°C	heart	577	30	11,9	6,9	30	2,7	9,2	6,9
		transition	492	30	5,6	3,8	30	2,7	3,0	3,7
	180°C	heart	587	16	3,5	1,0	16	2,2	1,4	0,9
		transition	533	25	3,3	1,1	25	2,2	1,3	0,9
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control	heart	669	14	4,2	5,2	14	2,9	1,8	5,0
		transition	552	15	2,6	0,5	15	2,9	0,1	0,2
	160°C	heart	607	14	7,0	2,5	14	2,7	4,3	2,5
		transition	493	15	4,7	1,0	15	2,7	2,0	1,0
	180°C	heart	668	4	5,1	5,5	4	2,2	3,5	4,9
		transition	531	9	2,8	0,6	9	2,2	0,6	0,5
<i>Coriolus versicolor</i>	control	heart	672	15	28,6	9,3	15	2,9	25,7	9,3
		transition	553	10	28,7	6,5	10	2,9	25,8	6,5
	160°C	heart	623	14	7,4	1,6	14	2,7	4,7	1,6
		transition	466	10	9,5	2,6	10	2,7	6,8	2,6
	180°C	heart	657	4	3,2	1,0	4	2,2	1,1	0,9
		transition	533	10	3,9	1,7	10	2,2	1,7	1,7
<i>Serpula lacrymans</i>	control	heart	658	13	2,1	0,5	13	2,9	0,0	0,0
		transition	563	20	2,4	0,7	20	2,9	0,1	0,2
	160°C	heart	609	13	5,0	1,8	13	2,7	2,3	1,8
		transition	478	20	3,4	1,3	20	2,7	0,9	1,2
	180°C	heart	628	4	2,5	1,1	4	2,2	0,6	0,9
		transition	518	8	3,1	1,8	8	2,2	1,3	1,3

Classification of natural durability

species ^a	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
oak	control	heart	32,6	5*	25,7	0,72	4
		transition	28,8	4	25,8	0,73	4
	160°C	heart	9,5	2	9,2	0,26	2
		transition	9,7	2	6,8	0,19	2
	180°C	heart	3,9	1	3,5	0,10	1
		transition	3,6	1	1,4	0,04	1

*deviations in classification between the two standards; ^a reference species beech; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable



Contact:

Results for pine wood

test fungi	pine treatment	stem zone	ρ_0 [kg/m ³]	CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
				n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control ^a	heart	556	15	27,5	5,8	15	1,5	26,0	5,8
		sap	552	15	29,1	4,4	15	1,5	27,6	4,4
	160°C	heart	474	18	22,6	6,1	18	5,4	17,2	6,1
		sap	508	15	24,6	4,6	15	5,4	19,2	4,6
	180°C	heart	438	19	3,5	3,1	19	2,6	1,5	2,6
		sap	504	15	3,0	1,9	15	2,6	0,8	1,5
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control ^a	heart	512	15	8,3	9,7	15	1,5	7,0	9,5
		sap	556	15	21,2	2,3	15	1,5	19,6	2,3
	160°C	heart	484	15	24,2	3,3	15	5,4	18,8	3,3
		sap	491	20	21,5	3,3	20	5,4	16,1	3,3
	180°C	heart	408	10	3,5	1,4	10	2,6	1,2	1,1
		sap	505	15	3,1	0,7	15	2,6	0,5	0,7
<i>Poria placenta</i>	control ^a	heart	485	15	24,2	8,3	15	1,5	22,8	7,9
		sap	601	10	24,5	3,0	10	1,5	23,0	3,0
	160°C	heart	481	15	24,6	8,2	15	5,4	19,3	8,2
		sap	570	10	21,6	3,6	10	5,4	16,2	3,6
	180°C	heart	427	10	7,0	3,8	10	2,6	4,5	3,7
		sap	507	15	7,6	3,1	15	2,6	4,9	3,1
<i>Serpula lacrymans</i>	control ^a	heart	502	15	15,6	13,2	15	1,5	14,3	12,8
		sap	600	10	31,3	15,9	10	1,5	29,8	15,9
	160°C	heart	475	15	10,5	8,3	15	5,4	5,6	7,9
		sap	569	10	6,4	2,0	10	5,4	1,3	1,8
	180°C	heart	421	10	1,7	1,3	10	2,6	0,2	0,4
		sap	511	15	2,9	0,6	15	2,6	0,4	0,5

Classification of natural durability

species ^a	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
pine	control	heart	27,3	4	26,0	0,87	4
		sap ^a	39,1	5	29,8	1,00	5
	160°C	heart	24,4	4	19,3	0,65	4
		sap	25,6	4	19,2	0,64	4
	180°C	heart	7,9	2*	4,5	0,15	1
		sap	8,5	2	4,9	0,17	2

*deviations in classification between the two standards; ^a reference species; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable



Contact:

Results for spruce wood

test fungi	spruce			CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
	treatment	stem zone	ρ_0 [kg/m ³]	n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control	heart	396	29	32,1	4,2	29	0,9	31,2	4,2
		sap	469	30	35,2	7,9	30	0,9	34,3	7,9
	160°C	heart	389	24	25,3	4,4	24	4,3	21,0	4,4
		sap	456	27	20,7	6,2	27	4,3	16,4	6,2
	180°C	heart	358	27	2,8	2,0	27	3,1	0,7	1,1
		sap	456	30	1,5	1,7	30	3,1	0,3	1,1
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control	heart	402	15	32,4	3,3	15	0,9	31,5	3,3
		sap	477	15	31,4	2,3	15	0,9	30,5	2,3
	160°C	heart	368	15	23,9	4,8	15	4,3	19,6	4,8
		sap	475	15	17,3	5,4	15	4,3	13,0	5,4
	180°C	heart	351	15	5,5	2,6	15	3,1	2,6	2,5
		sap	476	15	3,7	1,8	15	3,1	1,0	1,4
<i>Poria placenta</i>	control	heart	412	13	26,0	5,7	13	0,9	25,1	5,7
		sap	475	19	26,0	4,1	19	0,9	25,2	4,1
	160°C	heart	367	13	24,7	5,0	13	4,3	20,4	5,0
		sap	463	19	25,2	4,8	19	4,3	20,9	4,8
	180°C	heart	343	10	13,9	4,9	10	3,1	10,8	4,9
		sap	458	19	8,8	3,4	19	3,1	5,7	3,4
<i>Serpula lacrymans</i>	control	heart	409	15	35,6	9,8	15	0,9	34,7	9,8
		sap	483	15	33,4	14,6	15	0,9	32,6	14,4
	160°C	heart	371	15	21,1	6,8	15	4,3	16,8	6,8
		sap	464	15	16,3	9,3	15	4,3	12,0	9,3
	180°C	heart	340	15	6,4	12,0	15	3,1	3,7	11,9
		sap	464	15	2,7	1,1	15	3,1	0,3	0,4

Classification of natural durability

species ^a	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
spruce	control	heart	38,9	5	34,7	1,16	5
		sap	39,2	5	34,3	1,15	5
	160°C	heart	25,3	4	21,0	0,70	4
		sap	24,5	4	20,9	0,70	4
	180°C	heart	13,3	3	10,8	0,36	3
		sap	8,9	2	5,7	0,19	2

*deviations in classification between the two standards; ^a reference species pine sapwood; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable



Contact:

Results for fir wood

fir				CEN/TS 15083-1			EN 113 / EN 350-1			
test fungi	treatment	stem zone	ρ [kg/m ³]	n	WL _{uncorr} [%]	s [%]	n	K [%]	WL _{corr} [%]	s [%]
<i>Coniophora puteana</i>	control	heart	448	6	34,7	3,8	6	1,5	33,2	3,8
		sap	439	12	40,5	3,6	12	1,5	39,0	3,6
	160°C	heart	389	15	15,5	5,0	15	2,3	13,1	5,0
		sap	418	11	11,4	8,0	11	2,3	9,1	8,0
	180°C	heart	364	14	1,3	3,2	14	1,9	0,8	2,8
		sap	419	15	1,1	0,8	15	1,9	0,1	0,2
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	control	heart	444	11	17,2	9,4	11	1,5	15,7	9,4
		sap	433	14	13,3	12,7	14	1,5	11,9	12,6
	160°C	heart	389	11	11,7	5,2	11	2,3	9,4	5,2
		sap	418	14	6,3	5,2	14	2,3	4,0	5,1
	180°C	heart	351	11	1,8	0,3	11	1,9	0,1	0,1
		sap	416	13	2,6	0,6	13	1,9	0,7	0,6
<i>Poria placenta</i>	control	heart	426	8	33,4	4,1	8	1,5	31,9	4,1
		sap	423	17	30,6	4,8	17	1,5	29,1	4,8
	160°C	heart	384	8	24,8	5,0	8	2,3	22,5	5,0
		sap	413	14	18,2	6,2	14	2,3	15,8	6,2
	180°C	heart	373	8	2,1	0,9	8	1,9	0,4	0,7
		sap	409	12	2,9	2,2	12	1,9	1,4	1,9
<i>Serpula lacrymans</i>	control	heart	426	8	7,6	18,7	8	1,5	6,7	18,4
		sap	434	15	3,3	7,7	15	1,5	2,2	7,6
	160°C	heart	379	8	5,2	5,9	8	2,3	2,9	5,9
		sap	405	15	2,9	1,1	15	2,3	0,7	0,9
	180°C	heart	363	8	1,6	0,2	8	1,9	0,0	0,0
		sap	396	15	2,7	1,0	15	1,9	0,9	0,8

Classification of natural durability

species ^a	treatment	zones	CEN/TS 15083-1		EN 113 / EN 350-1		
			median WL [%]	DC	WL _{corr} [%]	x-value	DC
fir	control	heart	34,4	5	33,2	1,11	5
		sap	40,9	5	39,0	1,31	5
	160°C	heart	24,0	4	22,5	0,75	4
		sap	18,8	4*	15,8	0,53	3
	180°C	heart	1,9	1	0,8	0,03	1
		sap	2,5	1	1,4	0,05	1

^adeviations in classification between the two standards; ^a reference species pine sapwood; DC = Code durability class:
1 = very durable, 2 = durable, 3 = less durable, 4 = little durable, 5 = not durable