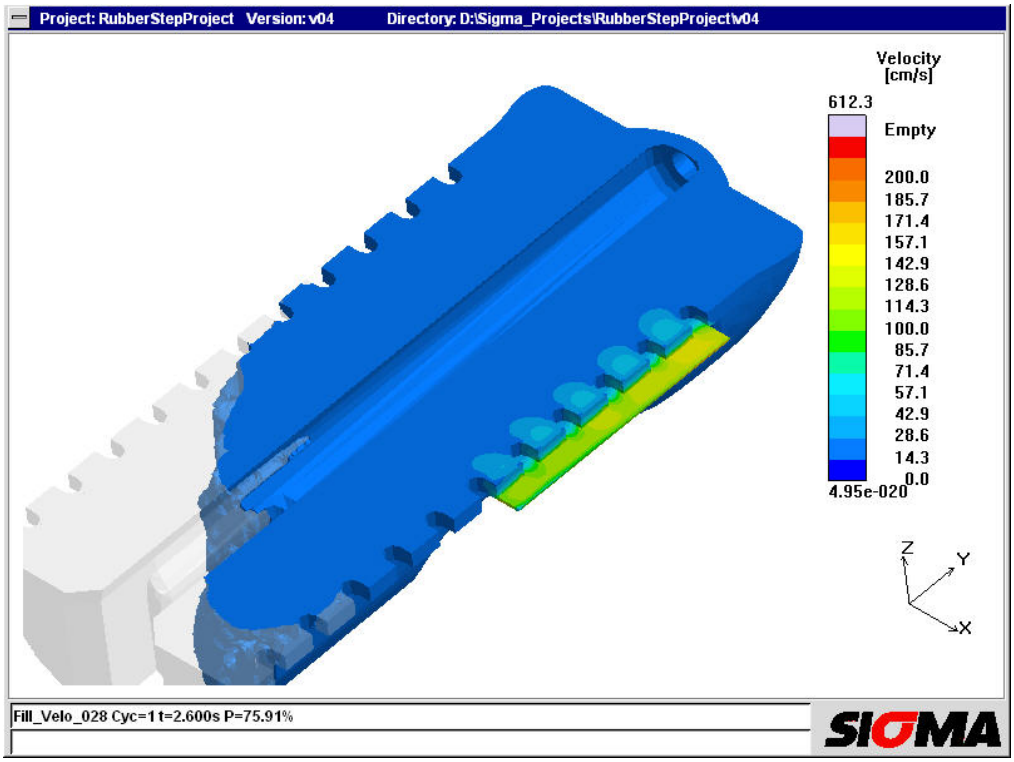
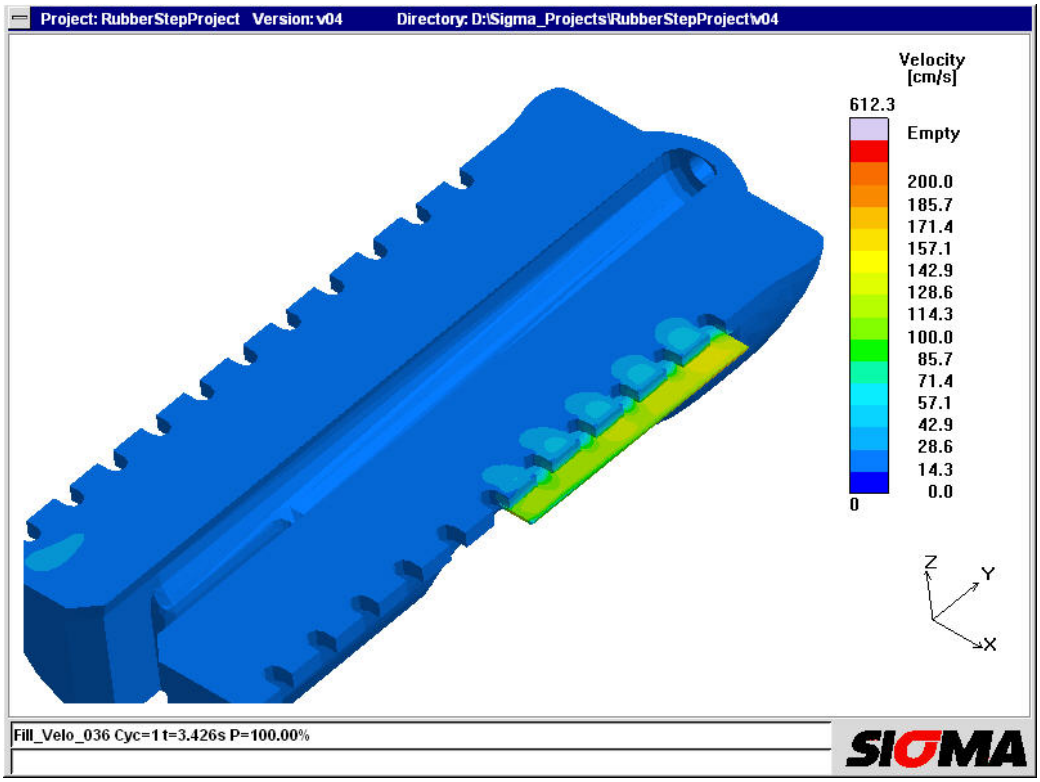
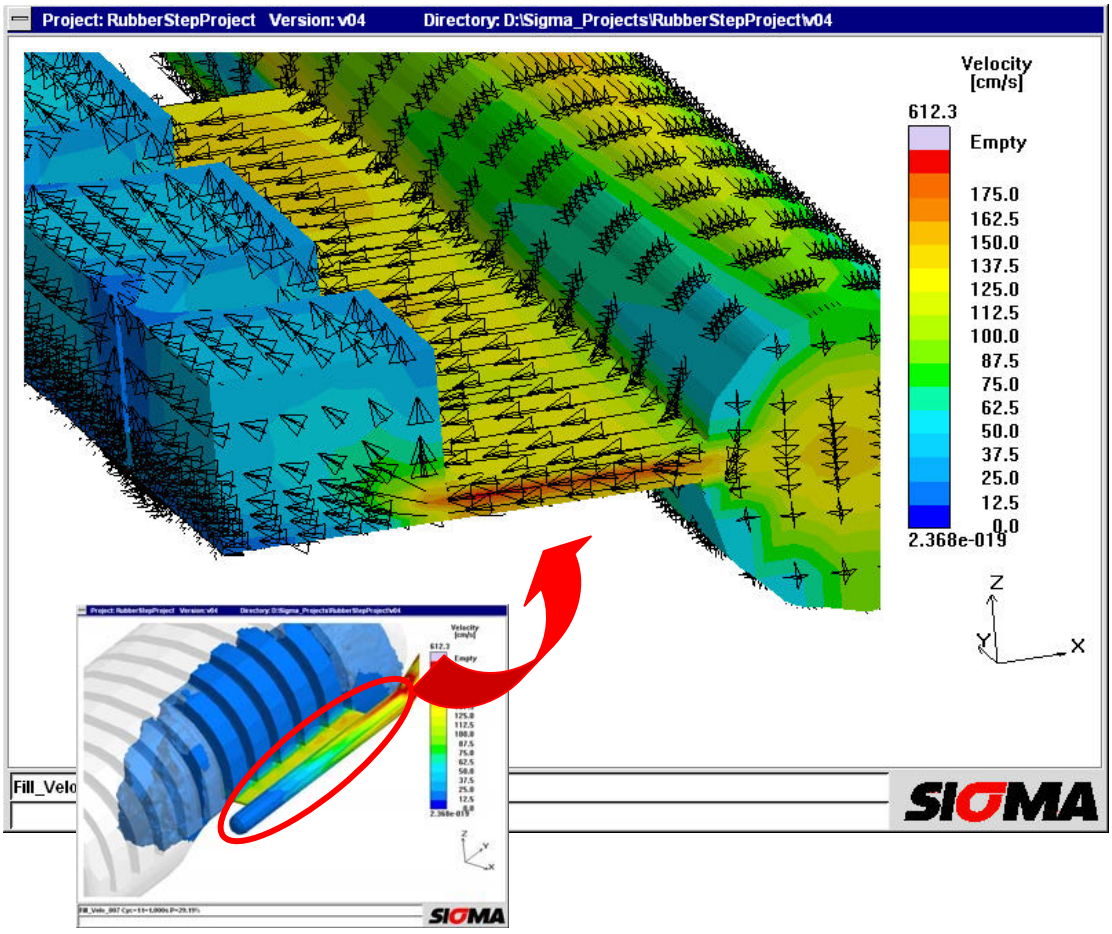


<u>รูปที่ 130</u> แสดงผลของเความเร็วฉีดที่ 75% ของการฉีด



<u>รูปที่ 131</u> แสดงผลของเความเร็วฉีดที่ 100% ของการฉีด

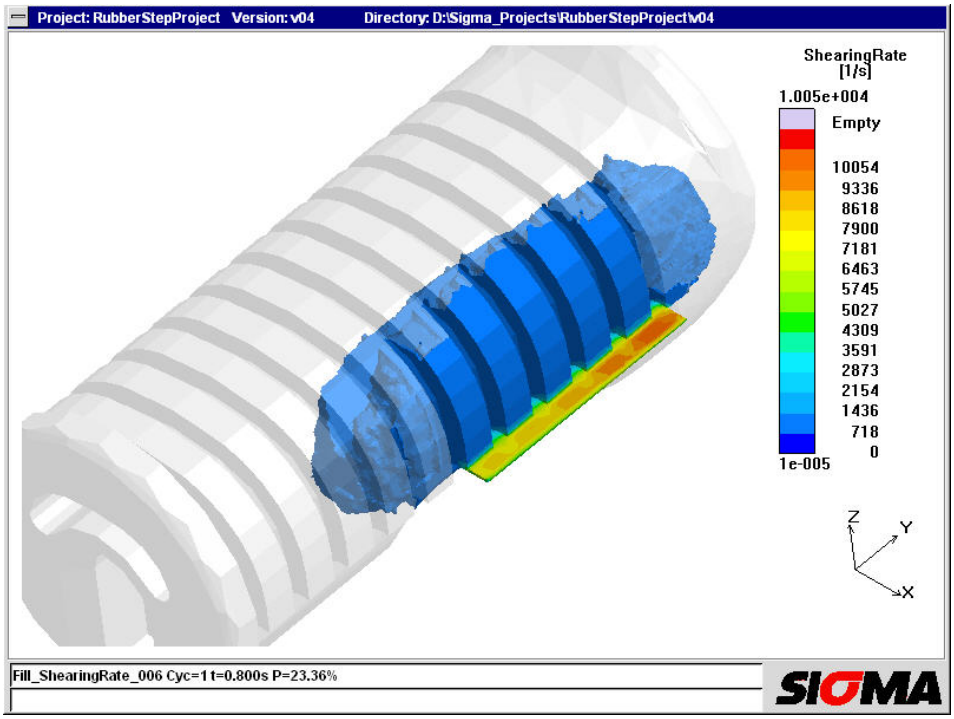
ในรูปที่ 132 แสดงทิศทางการไหลของยางที่เข้าไปภายในแม่พิมพ์ โดยลูกศรจะแสดงถึงทิศทางการไหลของยางเข้าไปภายในแม่พิมพ์จะเห็นได้ว่าเมื่อยางไหลออกจากรูเข้าแล้วทิศทางการไหลของยางจะกระจายออกทุกทิศทาง จากรูปจะเห็นได้ว่าความเร็วของเนื้อยางที่รูเข้าของแม่พิมพ์นั้นจะค่อยๆลดลง



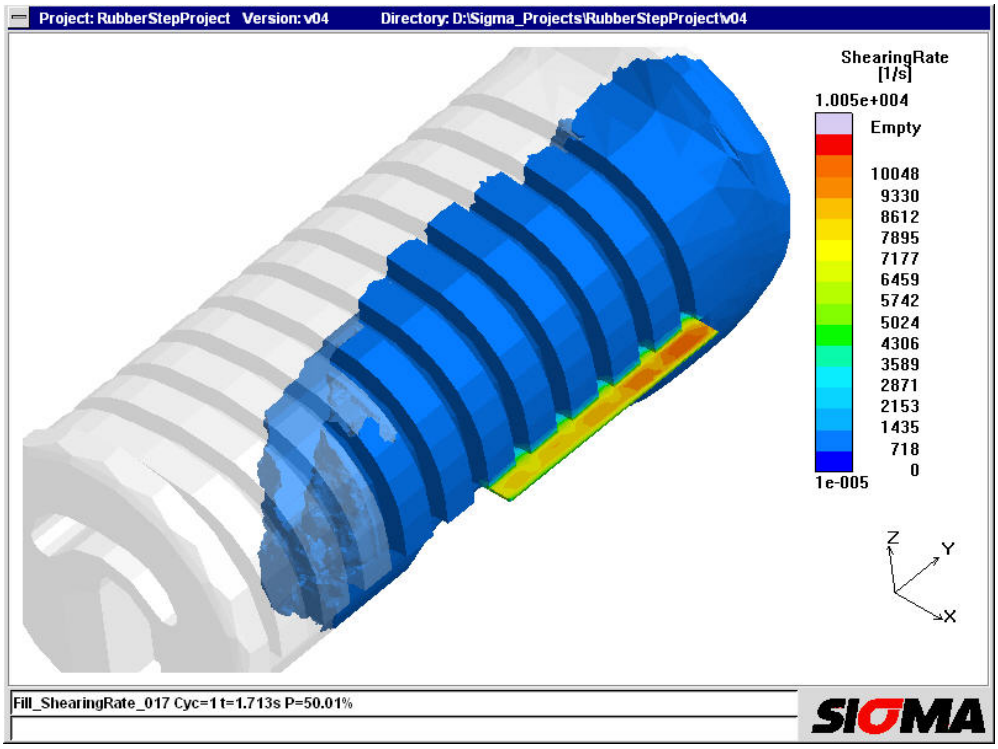
<u>รูปที่ 132</u> แสดงเส้นทางการไหลของยางขณะฉีด

12) อัตราการเฉือน (Shearing Rate)

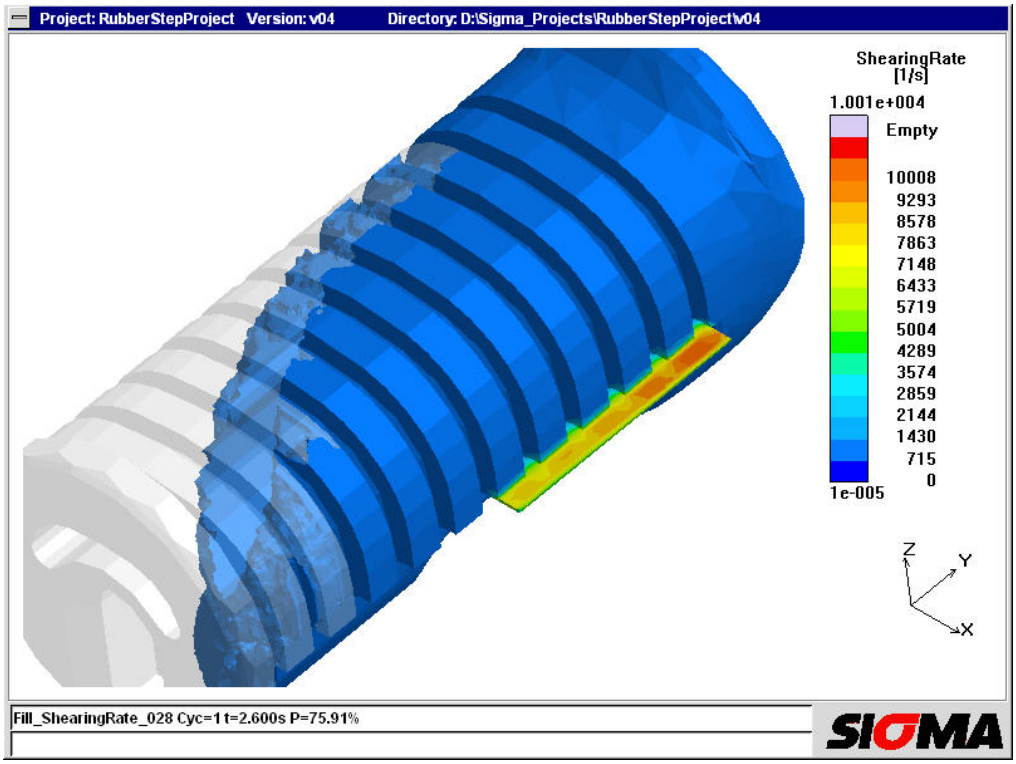
อัตราการเฉือนคืออัตราการเปลี่ยนแปลงรูปของเนื้อยางที่เกิดขึ้นขณะฉีดนั้นแสดงในรูปที่ 133 ถึงรูปที่ 136 ในรูปที่ 133 จะแสดงอัตราการเฉือนที่เกิดขึ้นภายในยางที่ 25 เปอร์เซ็นต์ของการฉีด จะเห็นได้ว่าค่าของอัตราการเฉือนที่เกิดมีค่าที่สูงบริเวณช่องทางวิ่ง และรูเข้า เนื่องจากมีขนาดที่เล็กทำให้การไหลเกิดอัตราการเฉือนได้มากซึ่งมีค่าสูงสุดที่บริเวณรูเข้าที่ 10,054 (1/วินาที) และในรูปที่ 134 ถึง 136 จะแสดงอัตราการเฉือนที่เกิดขึ้นภายในยางตอนฉีดที่ 50, 75, และ 100 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเฉือนที่เกิดขึ้นภายในยางตอนฉีดมีค่าที่เหมือนกับที่ 25 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเฉือนจะมีผลให้อุณหภูมิของยางสูงมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปการฉีดยางต้องการให้อุณหภูมิของยางสูงจึงมีการออกแบบให้รูเข้ามีขนาดเล็กเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่เนื้อยาง



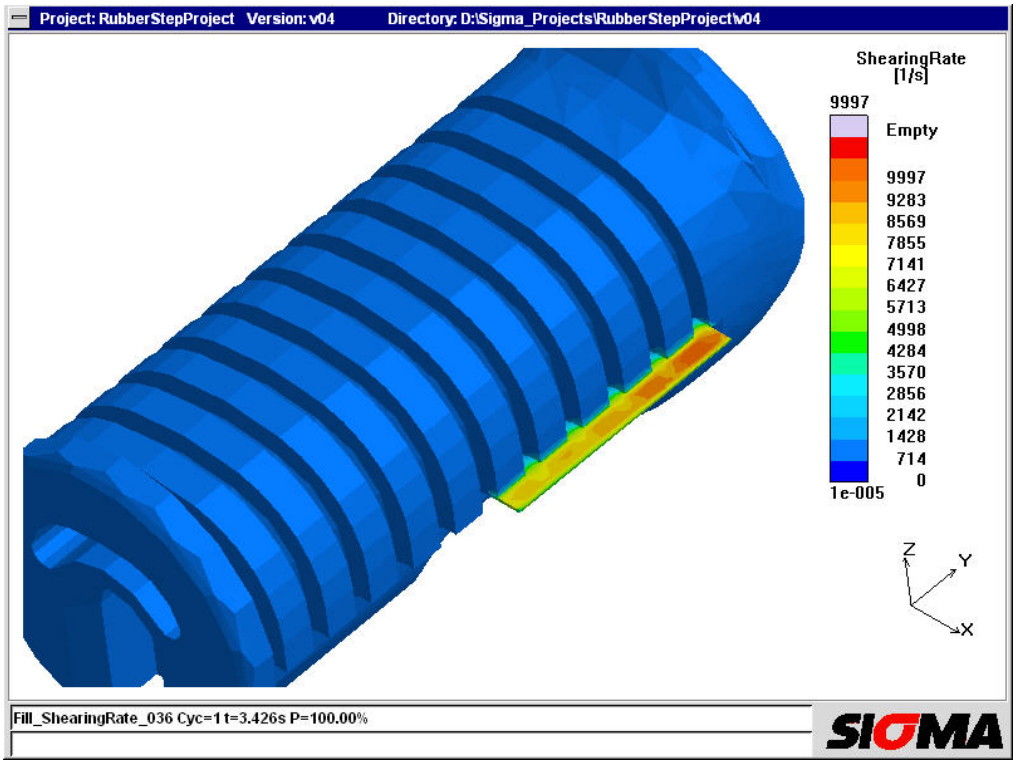
<u>รูปที่ 133</u> แสดงผลของอัตราความเค้นเฉือนที่ 25% ของการฉีด



<u>รูปที่ 134</u> แสดงผลของอัตราความเค้นเฉือนที่ 50% ของการฉีด



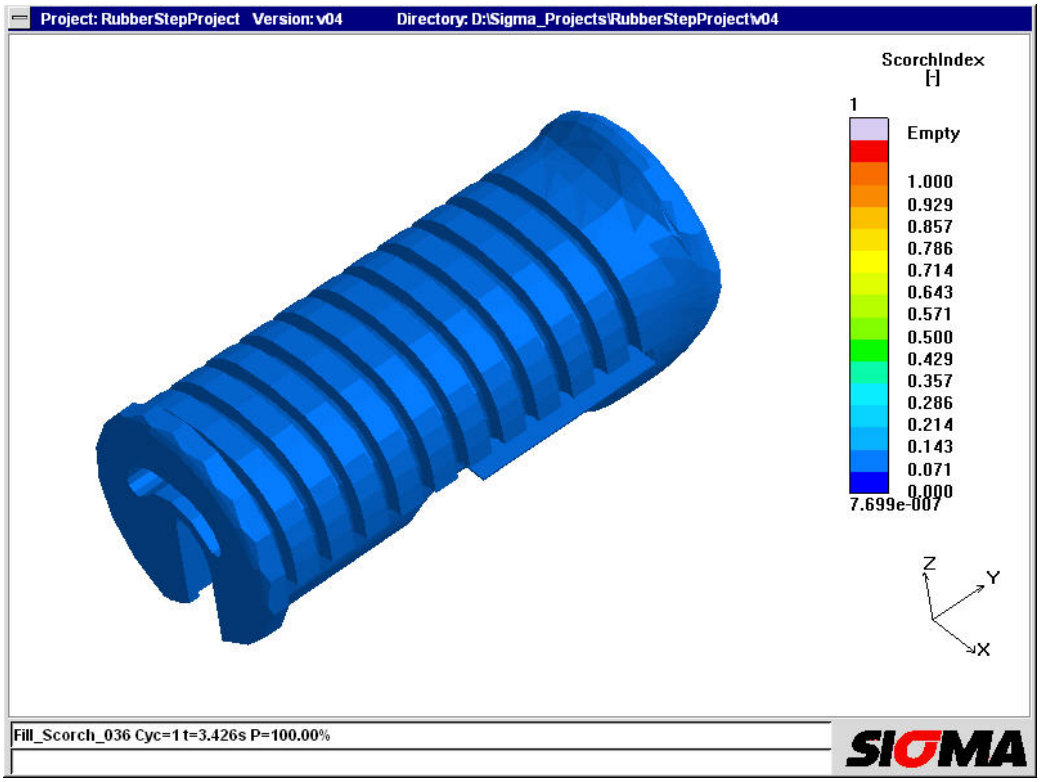
<u>รูปที่ 135</u> แสดงผลของอัตราความเค้นเฉือนที่ 75% ของการฉีด



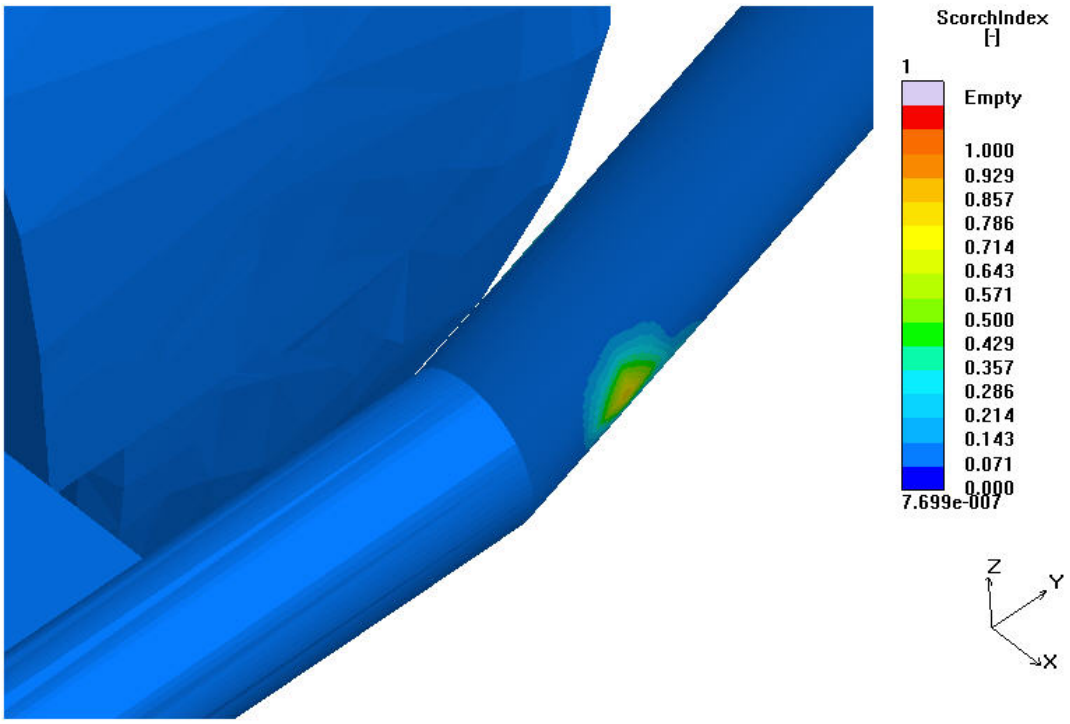
<u>รูปที่ 136</u> แสดงผลของอัตราความเค้นเฉือนที่ 100% ของการฉีด

13) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อยางหลังการฉีดเต็ม (Scorch Index)

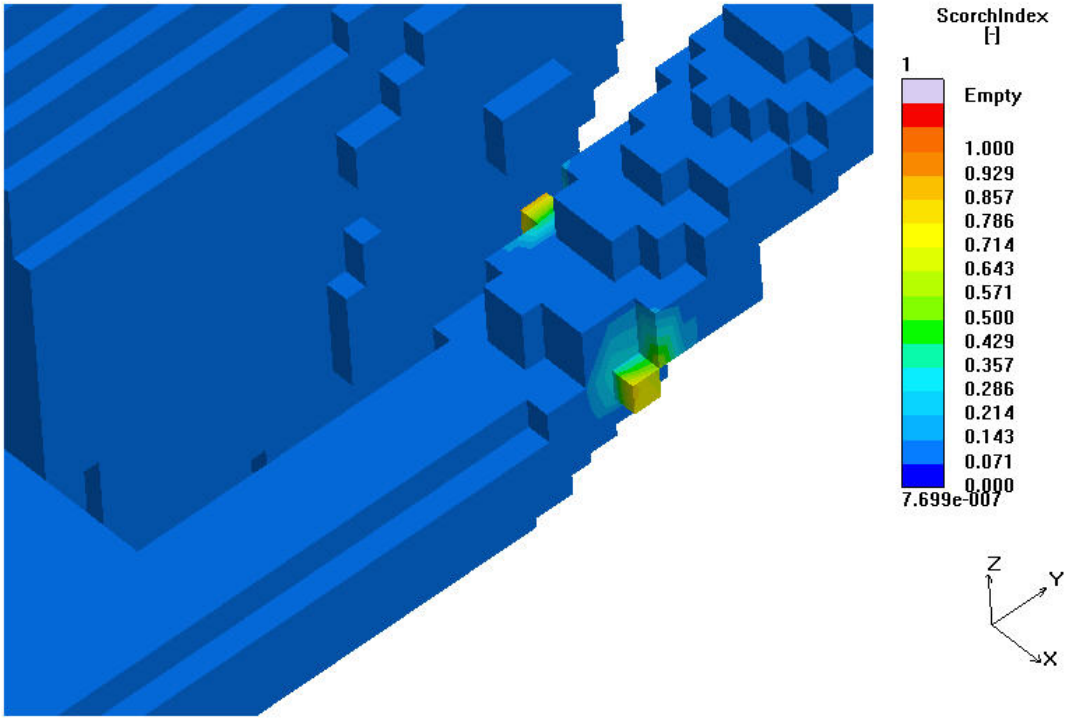
ค่า Scorch Index ของโปรแกรม 3D-SIGMA หมายถึงค่าการเริ่มปฏิกิริยา โดยหากค่า Scorch Index มีค่าเท่ากับ 1 ที่บริเวณนั้นจะเริ่มเกิดปฏิกิริยา ในรูปที่ 137 แสดงชิ้นงานที่เสร็จสิ้นกระบวนการฉีดเนื้อยางจะอยู่ภายในแม่พิมพ์จนเต็ม จะเห็นได้ว่าเนื้อยางเป็นสีน้ำเงินคือมีดัชนีการสุกตัวของยางที่ค่าศูนย์ หมายความว่าชิ้นงานไม่มีบริเวณใดที่เริ่มการเกิดปฏิกิริยาก่อน อย่างไรก็ตามเมื่อดูจากรูปจะเห็นได้ว่าค่าดัชนีสูงสุดคือ 1 ซึ่งบริเวณที่มีค่าดักล่าวอยู่ที่บริเวณทางวิ่งดังรูปที่ 138 เมื่อพิจารณาแล้วบริเวณดังกล่าวไม่น่าเกิดปฏิกิริยาได้ดังรูปจึงได้ทำการปรับภาพเป็นแบบเอลิเมนต์ดังรูปที่ 139 พบว่าจุดดังกล่าวที่มีค่าดัชนีเป็น 1 นั้นเกิดจากการวางตัวของเอลิเมนต์ที่ไม่สมบูรณ์คือมีลักษณะการวางต่อกันแบบขอบชนกัน (Edge-Edge) เพียงอย่างเดียว ทำให้การวิเคราะห์โปรแกรมในส่วนนี้ผิดพลาดตัวได้ อย่างไรก็ตามในจุดดังกล่าวไม่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์จึงสามารถยอมรับได้ ในรูปที่ 140 แสดงลักษณะการวางเอลิเมนต์แบบขอบชนกัน



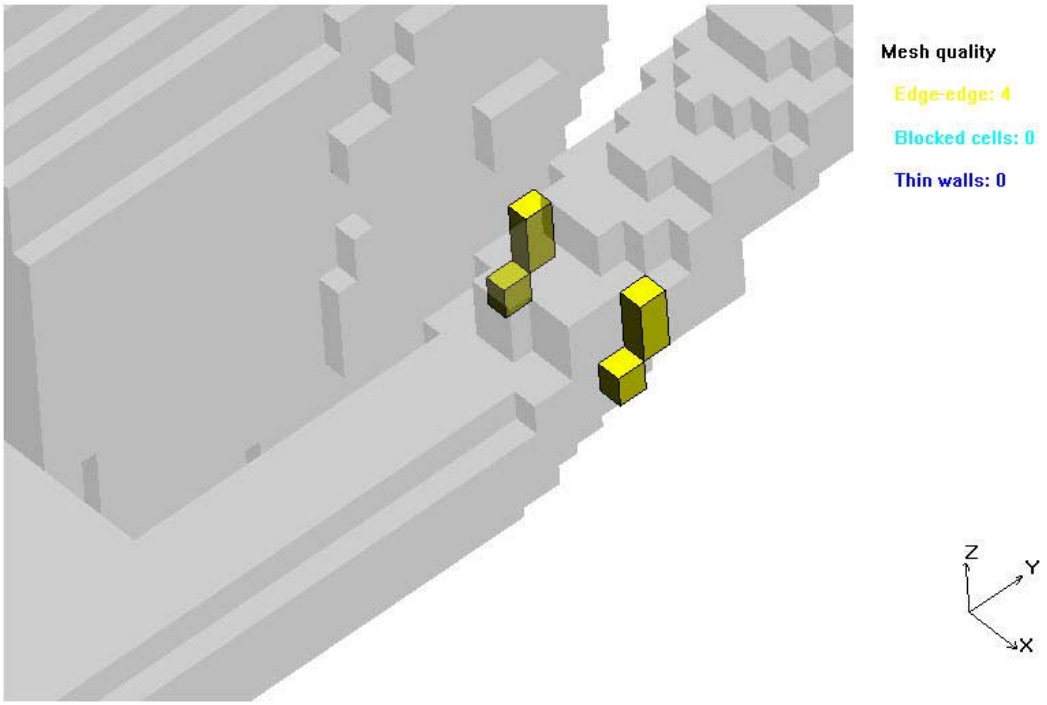
<u>รูปที่ 137</u> แสดงผลของเนื้อยางที่จะเริ่มเกิดปฏิกิริยาหลังจากฉีดเต็ม



<u>รูปที่ 138</u> แสดงบริเวณที่เนื้อยางจะเริ่มปฏิกิริยาก่อน



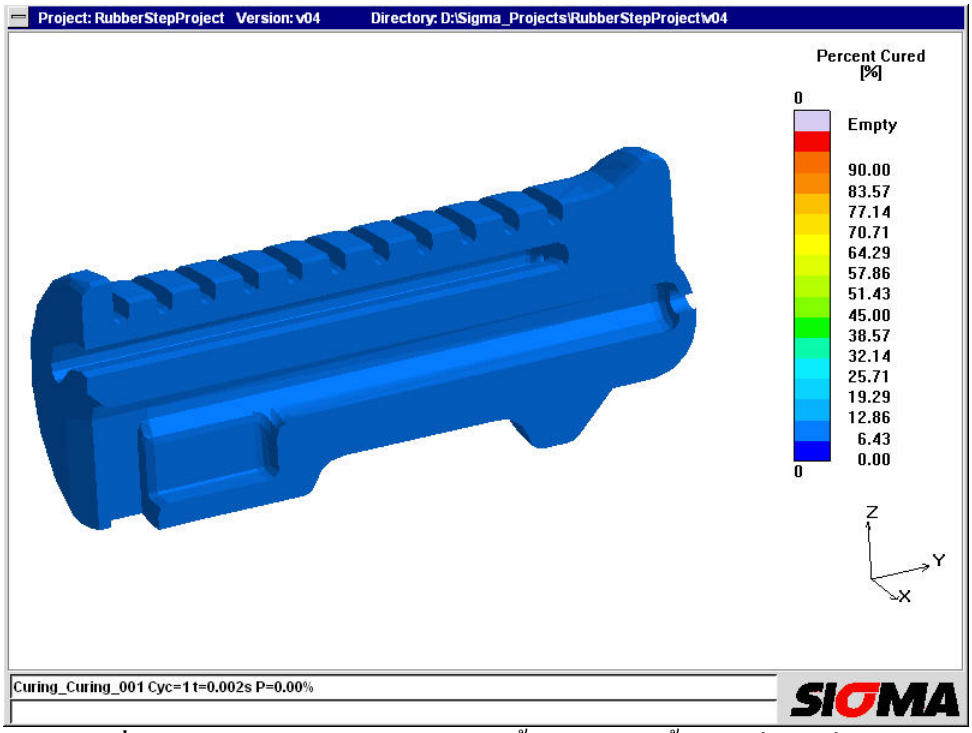
<u>รูปที่ 139</u> แสดงบริเวณที่เนื้อยางจะเริ่มปฏิกิริยาก่อน โดยแสดงเป็นลักษณะแบบเอลิเมนต์



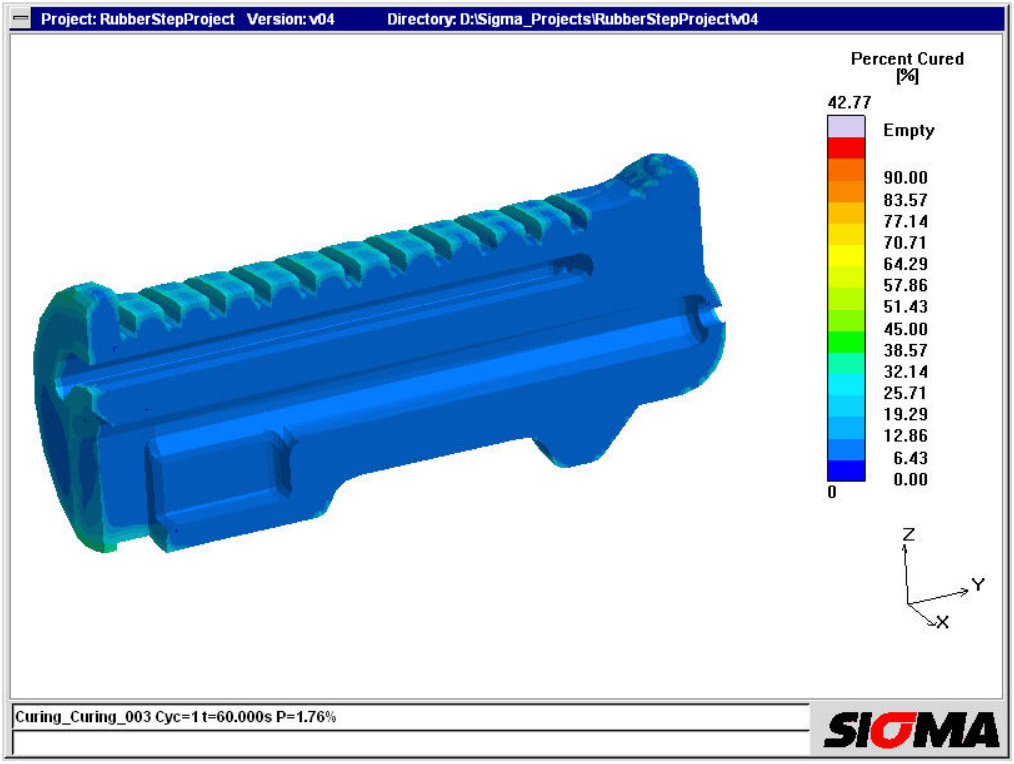
<u>รูปที่ 140</u> แสดงบริเวณที่เนื้อยางจะเริ่มปฏิกิริยาก่อน เนื่องจากการแบ่งเอลิเมนต์

14) การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน (Curing Rate)

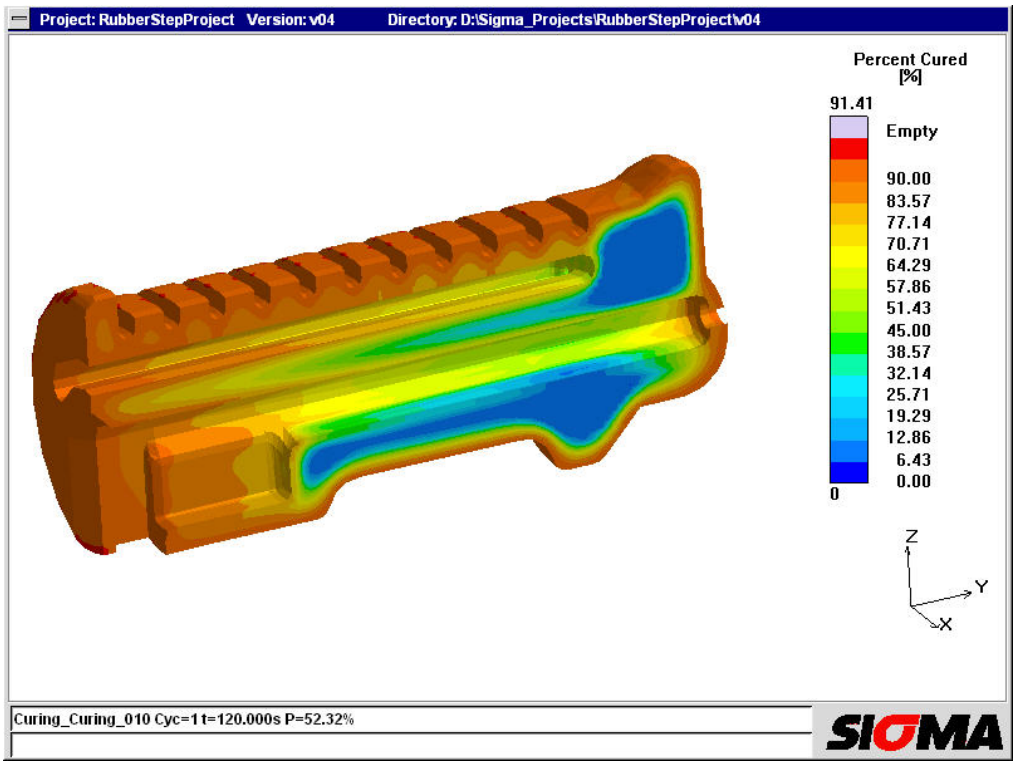
การสุกตัวของชิ้นงานนั้นในการฉีดจริงบ่อยครั้งที่พบว่าภายในชิ้นงานจะมีโอกาสที่ชิ้นงานสุกไม่เต็มที่ได้ เนื่องจากความร้อนกระจายตัวจากภายนอกสู่ภายในได้ยาก โปรแกรม 3D-SIGMA เป็นโปรแกรมแบบ 3 มิติ จึงช่วยให้สามารถดูการสุกภายในชิ้นงานได้ ดังรูปที่ 141 แสดงชิ้นงานที่เวลาเริ่มต้นการบ่ม เมื่อผ่าครึ่งชิ้นงานจากโปรแกรมดูจะเห็นได้ว่าภายในของชิ้นงานนั้นค่าเปอร์เซ็นต์ของการสุกตัวจะมีค่าที่เท่ากันที่ศูนย์อยู่ และเมื่อเวลาผ่านไปที่ 60 วินาทีนั้นเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นโดยแสดงในรูปที่ 142 จะเกิดขึ้นสูงสุดที่บริเวณผิวของชิ้นงานที่ 42.77 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเนื้อยางได้รับความร้อนจากแม่พิมพ์ แต่บริเวณภายในของชิ้นงานและส่วนที่สัมผัสกับชุดสไลด์นั้นเนื้อยางจะยังไม่สุกตัว และเมื่อเวลาที่ 120 วินาทีนั้นเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นโดยแสดงในรูปที่ 143 จะเกิดขึ้นสูงสุดที่บริเวณผิวของชิ้นงานที่ 91.41 เปอร์เซ็นต์ และภายในของชิ้นงานจะเริ่มสุกตัวเช่นกันแต่ก็ยังมีส่วนที่ยังไม่สุกตัวอยู่ และที่เวลา 180 วินาที การสุกตัวของชิ้นงานสูงสุดที่ 96.83 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 144 ซึ่งจะเกิดขึ้นบริเวณผิวและภายในของชิ้นงานก็จะเริ่มที่จะสุกตัวโดยที่ค่าน้อยที่สุดจะอยู่ที่ 34.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเกิดที่บริเวณภายในของด้านหัวของชิ้นงานและบริเวณแกนกลาง และในรูปที่ 145 แสดงการสุกตัวที่เวลา 240 การสุกตัวของชิ้นงานสูงสุดที่ 98.38 เปอร์เซ็นต์ ในรูปที่ 146 แสดงการสุกตัวที่เวลา 240 การสุกตัวของชิ้นงานสูงสุดที่ 98.99 เปอร์เซ็นต์ ในการทำการทดลองจริงนั้นอุณหภูมิของชุดสไลด์นั้นจะน้อยกว่าในการใช้โปรแกรมเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนขณะที่นำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจึงทำให้อาจเกิดการไม่สุกตัวของเนื้อยางที่บริเวณที่ติดกับชุดสไลด์ซึ่งจะทำให้เนื้อยางติดกับชุดสไลด์



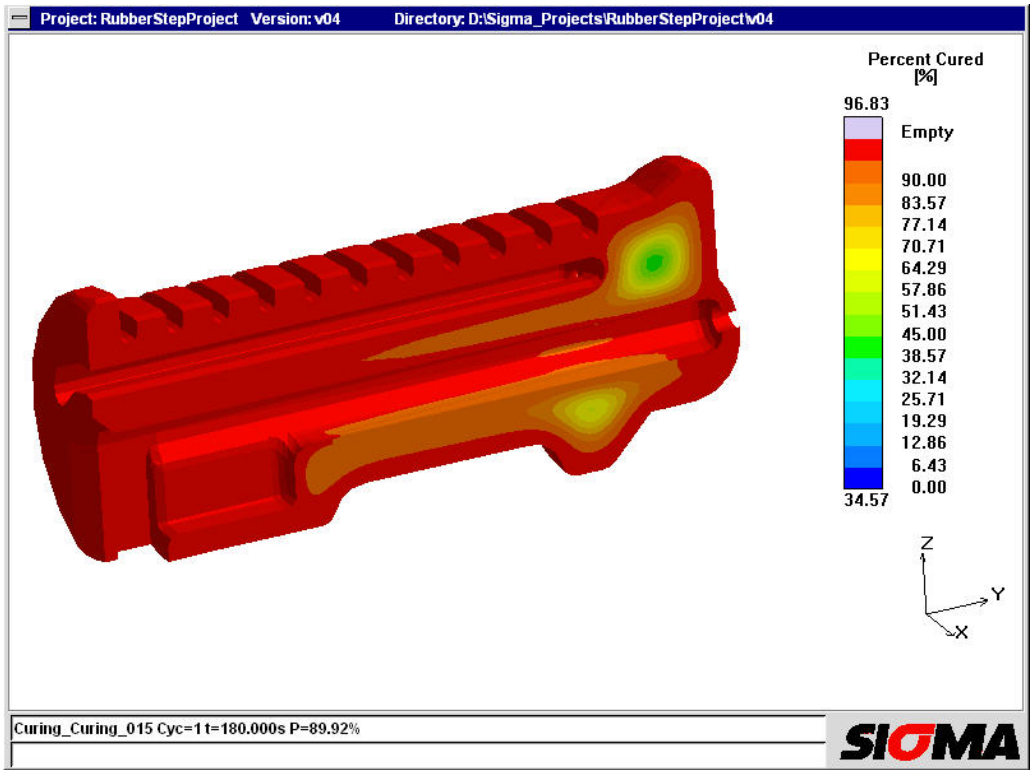
<u>รูปที่ 141</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลาเริ่มต้น



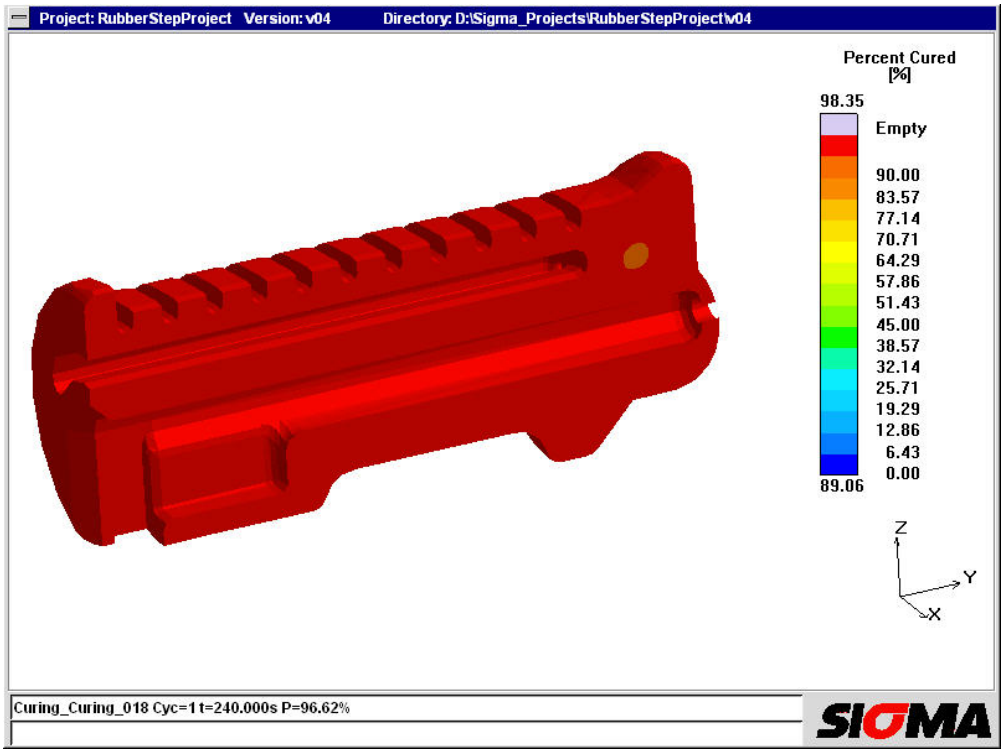
<u>รูปที่ 142</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลา 60 วินาที



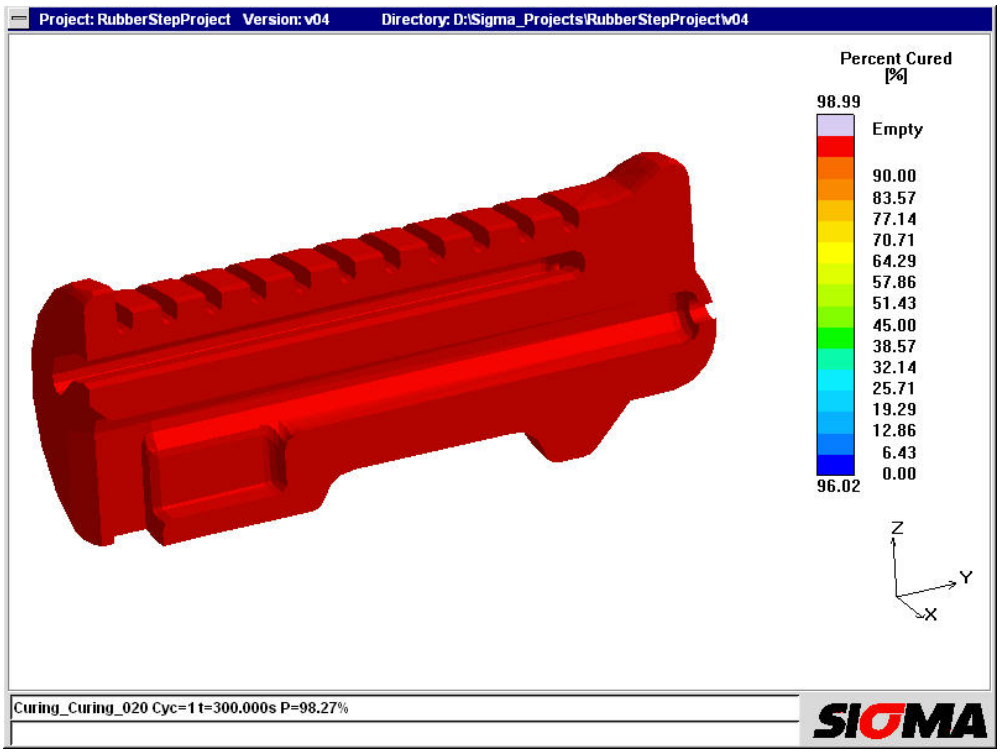
<u>รูปที่ 143</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลา 120 วินาที



<u>รูปที่ 144</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลา 180 วินาที



<u>รูปที่ 145</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลา 240 วินาที



<u>รูปที่ 146</u> แสดงเปอร์เซ็นต์การสุกของเนื้อยางภายในชิ้นงาน ที่เวลา 300 วินาที

โปรแกรม 3D-SIGMA สามารถแสดงเฉพาะส่วนที่ต้องการได้เช่นในรูปที่ 147 ถึง 150 จะแสดงเฉพาะบริเวณที่การสุกตัวของเนื้อยางไม่ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 60 วินาที ของชิ้นงานซึ่งจะเกิดทั่วบริเวณของชิ้นงานเนื่องจากจะต้องใช้เวลาในการบ่มเนื้อยางให้นานกว่านี้ และเมื่อเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 120 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 148 ชิ้นงานจะเริ่มสุกตัวมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่บริเวณผิวของชิ้นงาน เมื่อเวลาที่ 180 วินาทีการสุกตัวของเนื้อยางจะเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 149 ซึ่งเหลือส่วนที่สุกไม่ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ที่บริเวณแกนกลางของชิ้นงานที่จะเกิดที่เมื่อเวลาที่ 240 วินาทีการสุกตัวของเนื้อยางจะเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 150 ซึ่งเหลือส่วนที่สุกไม่ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ที่บริเวณด้านปลายของชิ้นงาน