

สอนครั้งที่ 3

หน่วยที่ 2

เรื่อง แรงที่มากกระทำกับชิ้นส่วนของยานยนต์

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย แรงที่มากกระทบบกับชิ้นส่วนของยานยนต์	ชั่วโมงรวม 9 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน แรงขับเคลื่อน		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่อง 2.4 แรงขับเคลื่อน 2.5 ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยง 2.6 แรงขับเคลื่อนสูงสุด สาระสำคัญ 1. แรงขับเคลื่อน คือ แรงที่ล้อขับเคลื่อนที่พยายามจะทำให้รถแล่นไปได้ 2. ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยง คือ แรงขับเคลื่อนเป็นแรงที่เพลาทำ ซึ่งได้มาจากแรงบิดที่เกิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ 3. แรงขับเคลื่อนสูงสุด คือ แรงที่ล้อขับเคลื่อนที่พยายามจะทำให้รถแล่นไปได้ด้วยความเร็วสูง สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. นักศึกษาสามารถอธิบายแรงขับเคลื่อนและแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง 2. นักศึกษาสามารถคำนวณแรงขับเคลื่อนและแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง 3. นักศึกษาสามารถคำนวณหาแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน, คำนวณหาค่าล้งเพลาของเครื่องยนต์, คำนวณหาแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง		

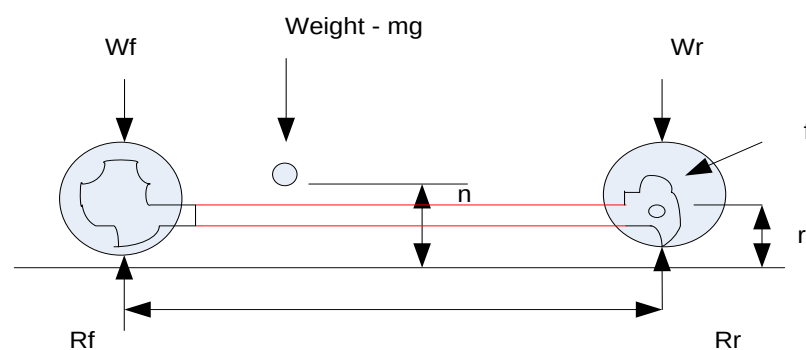
เนื้อหาสาระ

2.4 แรงขับเคลื่อน

ระบบขับเคลื่อนหรือระบบส่งกำลังมีหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อ กำลังอาจจะถ่ายทอดไปสู่ล้อหลังหรือล้อหน้า หรือทั้ง 4 ล้อก็ได้ ตามธรรมดาแล้วรถยนต์มักจะขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง รถยนต์ที่ขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อมักจะเป็นรถบรรทุกของทหาร เช่นรถจี๊ปหรือรถที่ใช้ในทางทหารกันดาร สำหรับรถยนต์สมัยใหม่ระบบส่งกำลังจะประกอบไปด้วยคลัตช์ ชุดเฟืองทด ข้อต่ออ่อน เพลากลาง ชุดเฟืองท้าย และเพลาขับล้อ ดังรูปที่ 1 แสดงระบบขับเคลื่อน ซึ่งกำลังถูกถ่ายทอดจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนล้อหลัง ในกรณีที่เป็นแบบขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อ จะมีเพลากลาง ข้อต่ออ่อนและชุดเฟืองท้ายเพิ่มมาอีก 1 ชุด เพื่อไปขับเคลื่อนล้อหน้า รถยนต์ที่ขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อมักจะมี Transfer box ต่อจากชุดเฟืองทดเพื่อเชื่อมเพลากลางสำหรับล้อหน้ากับล้อหลังเข้าด้วยกัน

แรงขับเคลื่อน หมายถึง แรงที่ล้อขับเคลื่อนที่พยายามจะทำให้รถแล่นไปได้ แรงขับเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับกำลังเครื่องยนต์ผลิตได้ และความเสียดทานระหว่างยางของล้อขับเคลื่อนกับพื้นถนน กล่าวคือถ้าเครื่องยนต์ผลิตกำลังได้ไม่พอ รถก็ไม่สามารถจะแล่นไปได้

ในทางกลับกันถึงแม้เครื่องยนต์จะสามารถผลิตกำลังได้อย่างมากมาย แต่ความเสียดทานระหว่างยางของล้อขับเคลื่อนและพื้นถนนมีไม่พอ หรือกล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือถ้าพื้นลื่นล้อขับเคลื่อนก็จะหมุนฟรีไม่สามารถทำให้รถเคลื่อนที่ไปได้



รูปที่ 1 มีการขับเคลื่อนโดยไม่มีการลื่นไถลระหว่างยางและพื้นถนนลักษณะ

2.5 ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยง

ในกรณีที่ล้อหลังของรถยนต์ ดังรูปที่ 1 มีการขับเคลื่อนโดยไม่มีการลื่นไถลระหว่างยางและพื้นถนนลักษณะดังกล่าว แรงขับเคลื่อนหรือแรงพยายามที่จะทำให้รถเคลื่อนที่ไป จะมีค่าเท่ากับ

แรงบิดที่ล้อ ที่มีการขับเคลื่อนหารด้วยรัศมีของล้อนั้น

$$TE = \frac{T_r}{R} \dots\dots\dots 1.1$$

เมื่อ TE = แรงขับเคลื่อน หน่วย N
 T_r = แรงบิดที่ล้อ หน่วย Nm
 R = รัศมีของล้อขับเคลื่อน หน่วย m

แต่เนื่องจากแรงขับเคลื่อนเป็นแรงที่เพลาท้าย ซึ่งได้มาจากแรงบิดที่เกิดที่เพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ และมีการทดรอบลงโดยกระปุกเกียร์และกระปุกเฟืองท้าย โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$T_r = T_{nfe} \dots\dots\dots 1.2$$

เมื่อ TE = แรงขับเคลื่อน หน่วย N
 T_r = แรงบิดที่ล้อ หน่วย Nm
 T = แรงบิดที่ข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ หน่วย Nm
 n = อัตราทดของเกียร์
 f = อัตราทดของเฟืองท้าย
 e = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

แทนค่าสมการที่ 1.2 ลงในสมการที่ 1.1 จะได้แรงสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนและแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ดังนี้

$$TE = \frac{T_{nfe}}{R} \dots\dots\dots 1.3$$

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

ลักษณะของรถยนต์	ประสิทธิภาพการส่งกำลัง (e)
รถแข่ง	0.90 – 0.95
รถยนต์นั่ง	0.90 – 0.92
รถบรรทุก, รถโดยสาร	0.82 – 0.85

ตัวอย่างที่ 1.1 รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยง ได้ 235 นิวตัน – เมตร มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 , อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 80% รัศมีของยาง 30 เซนติเมตร

จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน

2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

$$T = 235 \text{ Nm} \quad n = 0.767$$

$$f = 5.857 \quad e = 0.80$$

$$R = 0.3 \text{ m}$$

จากสมการที่ 1.2

$$\begin{aligned} T_r &= T_n f e \\ &= 235 \times 0.767 \times 5.857 \times 0.80 \\ &= 844.55 \text{ Nm} \end{aligned}$$

จากสมการที่ 1.1

$$\begin{aligned} TE &= \frac{T_r}{R} \\ &= \frac{844.55}{0.3} \\ &= 2815.16 \text{ N} \end{aligned}$$

แรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ คือแรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_b = \frac{2\pi NT}{60}$$

หรือ

$$T = \frac{60P_b}{2\pi N} \dots\dots\dots(1.4)$$

เมื่อ

T = แรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ หน่วย Nm

P_b = กำลังเพลของเครื่องยนต์ หน่วย watt

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ หน่วย rpm

ตัวอย่างที่ 1.2 จงหาแรงขับเคลื่อนของรอกยนต์ ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน ด้วยความเร็วรอบ 3400 รอบ/ นาที และผลิตกำลังเพลาได้ 70 กิโลวัตต์ โดยที่รอกยนต์กำลังแล่นด้วยเกียร์สอง ซึ่งมีอัตราทด 2.977 : 1 อัตราทดของเฟืองท้าย 3.9:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 85 %
รัศมีของยาง 30 เซนติเมตร

วิธีทำ	จากสมการที่ 1.4	$T = \frac{60 p_b}{2\pi N}$
เมื่อ		$P_b = 70,000 \text{ watt} , \quad N = 3400 \text{ rpm}$
แทนค่า		$T = \frac{60 \times 70,000}{2\pi \times 3400}$
		$= 196.6 \text{ Nm}$
	จากสมการที่ 1.3	$TE = \frac{T n f e}{R}$
เมื่อ		$T = 196.6 \text{ Nm} , \quad n = 2.977$
		$f = 3.9 , \quad e = 0.85$
		$R = 0.30 \text{ m}$
แทนค่า		$TE = \frac{196.6 \times 2.977 \times 3.9 \times 0.85}{0.30}$
		$= 6467.3 \text{ N}$

ตัวอย่างที่ 1.3 รถยนต์คันหนึ่งมีคุณสมบัติตามรายละเอียดต่อไปนี้

เครื่องยนต์ผลิตกำลังงานสูงสุด	82	KW ที่ 5600 rpm
ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง	90%	
อัตราทดของเฟืองท้าย	3.700:1	
อัตราทดของเกียร์หนึ่ง	3.382:1	
อัตราทดของเกียร์สอง	2.013:1	
อัตราทดของเกียร์สาม	1.312:1	
อัตราทดของเกียร์สี่	1.000:1	
รัศมีของยาง	28.75	เซนติเมตร

ในกรณีที่ต้องการแรงขับเคลื่อน 4850 นิวตัน รถจะต้องแล่นด้วยเกียร์สูงสุดเท่าไร

วิธีทำ จากสมการที่ 1.4 $T = \frac{60 p_b}{2\pi N}$

เมื่อ $P_b = 82,000 \text{ watt}, N = 5600 \text{ rpm}$

แทนค่า $T = \frac{60 \times 82,000}{2\pi \times 5600}$

$$= 139.83 \text{ Nm}$$

จากสมการที่ 1.3 $TE = \frac{T_{nfe}}{R}$

เมื่อ $TE = 4850 \text{ N}, T = 139.83 \text{ Nm}$

$N = ?$, $f = 3.700$

$E = 0.90$, $R = 0.2875 \text{ m}$

แทนค่า $n = \frac{TE \times R}{T_{fe}}$

$$= \frac{4850 \times 0.2875}{139.83 \times 3.700 \times 0.90}$$

$$= 2.994$$

∴ รถยนต์ต้องการอัตราทดของเกียร์ไม่ต่ำกว่า 2.994:1

ดังนั้น รถยนต์ต้องแล่นด้วยเกียร์หนึ่งซึ่งมีอัตราทดของเกียร์ 3.382:1

2.6 แรงขับเคลื่อนสูงสุด

ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 1.1 ว่าถึงแม้เครื่องยนต์สามารถผลิตกำลังได้มากมายและส่งกำลังมายขับเคลื่อนแต่ความเสียหายระหว่างยางของล้อขับเคลื่อน และพื้นถนนมีไม่พอ ล้อขับเคลื่อนก็จะหมุนฟรี โดยไม่สามารถทำให้รถแล่นไปได้

ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนสูงสุด สัมประสิทธิ์ความเสียหายของยางกับถนนและน้ำหนักของล้อขับเคลื่อนมีดังนี้

$$\text{MaxTE} = \mu W$$

เมื่อ Max TE = แรงขับเคลื่อนสูงสุด หน่วย N

μ = สัมประสิทธิ์ความเสียหายของยางและถนน

 W = น้ำหนักของรถที่กดลงที่ล้อขับเคลื่อน หน่วย N

ตาราง 2 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

สภาพถนน	ค่าสัมประสิทธิ์ (μ)
สภาพดี	0.01 – 0.016
ถนนเป็นกรวด	0.15 – 0.020
ถนนมีไม้อัดกันเรียบ	0.20 – 0.030
ถนนเป็นหิน	0.16 – 0.07
ถนนเป็นทราย	0.15 - 0.3

ตัวอย่างที่ 1.5 รถไมโครบัสคันหนึ่ง ใช้เครื่องยนต์ที่สามารถผลิตกำลังได้ 60 KW ที่ความเร็วรอบ 50 rpm มีน้ำหนักกดลงบนล้อหลัง 15.4 KN อัตราทดของเฟืองท้าย 4.63 : 1 ใช้งาน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง

70 เซนติเมตร

ในกรณีประสิทธิภาพของการส่งกำลัง คือ 95% และแผ่นบนถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.15 โดยใช้เกียร์สี่ซึ่งมีอัตราทด 1:1 จะมีแรงขับเคลื่อนที่ใช้งานจริงเท่าไร

วิธีทำ จากสมการที่ 1.4
$$T = \frac{60 P_b}{2\pi N}$$

เมื่อ $P_b = 6,000 \text{ watt}, N = 50 \text{ rpm}$

แทนค่า
$$T = \frac{60 \times 60,000}{2\pi \times 50}$$

$$= 126007.62 \text{ N}$$

จากสมการที่ 1.3
$$TE = \frac{T n_f e}{R}$$

เมื่อ $T = 120.62 \text{ N m}, n = 1$
 $f = 4.63, e = 0.95$

$$R = \frac{0.70}{2} = 0.35 \text{ m}$$

แทนค่า
$$TE = \frac{120.62 \times 1 \times 4.63 \times 0.95}{0.35}$$

$$= 1515.85 \text{ N}$$

จากสมการที่ 1.5
$$\text{Max TE} = \mu W$$

เมื่อ $\mu = 0.15, W = 1540 \times 15.40 \text{ kN}$

แทนค่า
$$\text{Max TE} = 0.15 \times 15.40$$

$$= 2.31 \text{ kN}$$

สรุป ความเสียดทานระหว่างพื้นถนนและยางสามารถรับแรงขับเคลื่อนได้ถึง 2310 นิวตัน ซึ่งมากกว่าแรงขับ

เคลื่อนที่เครื่องยนต์ส่งมายังล้อคือ 1515.85 นิวตัน

ดังนั้น แรงขับเคลื่อนที่ใช้งานจริงก็คือแรงขับเคลื่อนที่เครื่องยนต์ส่งมายังล้อขับเคลื่อนนั่นเอง = 1515.85 N

ตัวอย่างที่ 1.6 รถคันหนึ่งคันหนึ่ง ต้องการเล่นผ่านถนนที่สั้น โดยให้มีการสูญเสียกำลังเครื่องยนต์น้อยที่สุด ถ้าเครื่องยนต์สามารถผลิตกำลังได้ 51.47 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบ/นาที สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของถนนและยางคือ 0.20 ประสิทธิภาพในการส่งกำลังคือ 90% อัตราทดเฟืองท้าย 3.889:1 ใช้ยางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร น้ำหนักของรถกดลงล้อขับเคลื่อน 4022.1 นิวตัน

ถ้าอัตราทดของระบบเกียร์มีดังนี้

เกียร์หนึ่ง	3.757:1	,	เกียร์สอง	2.169:1
เกียร์สาม	1.404:1	,	เกียร์สี่	1.000:1

จงหาว่ารถยนต์ควรใช้เกียร์อะไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{Max TE} &= \mu W \\
 &= 0.20 \times 4022.1 \\
 &= 804.42 \text{ N} \\
 T &= \frac{60 p_b}{2 \pi N} \\
 &= \frac{60 \times 51.470}{2 \pi \times 6000} \\
 &= 81.92 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

ในกรณีที่ต้องการให้ประหยัดกำลังงานมากที่สุด คือ ต้องใช้ TE ให้ใกล้เคียงกับ Max TE มากที่สุด ถ้าใช้มากกว่า Max TE มากจะมีการสูญเสียกำลังงานไปเปล่าประโยชน์เนื่องจากการเลื่อนไถล

$$\begin{aligned}
 \text{ถ้าใช้} \quad TE &\approx \text{Max TE} \\
 \text{นั่นคือ} \quad n &= \frac{\text{Max TE} \times R}{81.92 \times 3.889 \times 0.90} \\
 &= 0.701
 \end{aligned}$$

ดังนั้น รถยนต์ต้องเล่นด้วยเกียร์นี้ ซึ่งอัตราทด 1.000:1

$$\begin{aligned}
 \text{ตรวจสอบ} \quad TE &= \frac{T n_{fe}}{R} \\
 &= \frac{81.92 \times 1 \times 3.889 \times 0.90}{0.25} \\
 &= 1146.91 \text{ N}
 \end{aligned}$$

สรุปเนื้อหาวิชา

แรงขับเคลื่อน

แรงขับเคลื่อน หมายถึง แรงที่ล้อยขับเคลื่อนพยายามจะทำให้รถแล่นไปได้ แรงขับเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับกำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้ และความเสียดทานระหว่างยางของล้อยขับเคลื่อนกับพื้นถนน

ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยง

แรงขับเคลื่อนหรือแรงพยายามที่จะทำให้รถเคลื่อนที่ไป จะมีค่าเท่ากับแรงบิดที่ล้อที่มีการขับเคลื่อนหารด้วยรัศมีของล้อนั้น

$$T_E = T_r / R$$

แรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงเครื่องยนต์

แรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ คือ แรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_b = 2\pi T N / 60$$

$$\text{หรือ} \quad T = 60 P_b / 2\pi N$$

แรงขับเคลื่อนสูงสุด

ถึงแม้ว่าเครื่องยนต์สามารถผลิตกำลังได้มากมายและส่งกำลังมายังล้อยขับเคลื่อน แต่ความเสียดทานระหว่างยางของล้อยขับเคลื่อน และพื้นถนนมีไม่พอ ล้อยขับเคลื่อนก็จะหมุนฟรี โดยไม่สามารถทำให้รถแล่นไปได้

ความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนสูงสุด, สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของยางกับถนน และน้ำหนักของล้อยขับเคลื่อน มีดังนี้

$$T_{E_{Max}} = \mu W$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักศึกษาโดยการสนทนาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้วในสัปดาห์ที่ 2 (5 นาที)

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง แรงขับเคลื่อนความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยง, แรงขับเคลื่อนสูงสุด (10 นาที)

2. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และเนื้อหา ประกอบการสอนโดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบพร้อมทั้งเขียนลงบนกระดาน ในขณะที่สอนครูให้นักศึกษาตอบคำถาม และร่วมแสดงความคิดเห็น (60 นาที)

3. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 3 ใช้เวลา (30 นาที)

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักศึกษา (20 นาที)

2. ครูผู้สอนเปิด โอกาสให้นักศึกษาถามข้อสงสัย (10 นาที)

3. นักศึกษาทำแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 3 ใช้เวลา (20 นาที)

4. ครูผู้สอนนัดหมายเรื่องที่เรียนในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง แรงขับเคลื่อนความสัมพันธ์ของแรงขับเคลื่อนต่อแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยง, แรงขับเคลื่อนสูงสุด

2. Power point

3. แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 3

4. เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 3

5. แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 3

6. เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 3 การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอธิบายแรงขับเคลื่อนและแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง

2. สังเกตจากการคำนวณแรงขับเคลื่อนและแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง

3. สังเกตจากการคำนวณหาแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน, คำนวณหาค่าตั้งเพลาช้อของเครื่องยนต์, คำนวณหาแรงขับเคลื่อนสูงสุดได้อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลังเรียน.....

.....

.....

.....

.....

.....

Power point สัปดาห์ที่ 3

Power point แสดงการคำนวณหาแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อนและแรงขับเคลื่อน

ตัวอย่างที่ 1 รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 235 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857 : 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 80 % รัศมีของยาง 30 cm

- จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน
2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

$$T = 235 \text{ Nm} \quad n = 0.767$$

$$f = 5.857 \text{ m} \quad e = 0.80$$

$$R = 0.3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad T_r &= T n f e \\ &= 235 \times 0.767 \times 5.857 \times 0.80 \\ &= 844.55 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad TE &= T n f e / R \\ &= 844.55 / 0.3 \text{ m} \\ &= 2815.16 \text{ N} \end{aligned}$$

Power point แสดงการคำนวณหาอัตราทดของเกียร์

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์คันหนึ่งมีคุณสมบัติตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ เครื่องยนต์ผลิตกำลังงานสูงสุด 82 kW ที่ 5600 rpm

ประสิทธิภาพการส่งกำลัง	90 %
อัตราทดของเฟืองท้าย	3.700 : 1
อัตราทดเกียร์หนึ่ง	3.821 : 1
อัตราทดเกียร์สอง	2.013 : 1
อัตราทดเกียร์สาม	1.312 : 1
อัตราทดเกียร์สี่	1.000 : 1
รัศมีของยาง	28.75 cm

ในกรณีที่ต้องการแรงขับเคลื่อน 4850 N จะต้องวิ่งด้วยเกียร์สูงสุดเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ $T = 60 P_b / 2\pi N$

เมื่อ $P_b = 82000 \text{ Watt}$ $N = 5600 \text{ rpm}$

แทนค่า $T = 60 \times 82000 / 2\pi \times 5600$

$= 13983 \text{ Nm}$

จากสมการ $TE = T n f e / R$

จะได้ $n = TE R / T f e$

เมื่อ $TE = 4850 \text{ N}$ $T = 139.83$

$n = ?$ $f = 3.700$

$e = 0.90$ $R = 0.2875 \text{ m}$

แทนค่า จาก $n = TE R / T f e$

$= 4850 \times 0.2875 / 139.83 \times 3.700 \times 0.90$

$= 2.994$

$\therefore$ รถยนต์ต้องการอัตราทดเกียร์ไม่ต่ำกว่า 2.944 : 1

ดังนั้น รถยนต์ต้องเล่นด้วยเกียร์หนึ่ง

ซึ่งมีอัตราทดของเกียร์ 3.382 : 1

Power point แสดงการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียหาย

ตัวอย่างที่ 3 รถไมโครบัสคันหนึ่ง ใช้เครื่องยนต์ที่สามารถผลิตกำลังได้ 60 kW ที่ความเร็วรอบ 4750 rpm มีน้ำหนักกดลงที่ล้อหลัง 15.4 kN อัตราทดของเฟืองท้าย 4.63 :1 ใช้ยางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 cm

ในกรณีที่ประสิทธิภาพการส่งกำลัง คือ 95 % และมีสัมประสิทธิ์ความเสียหาย 0.15 โดยใช้เกียร์สี่ซึ่งมีอัตราทด 1 : 1 จะมีแรงขับเคลื่อนที่ใช้งานจริงเท่าไร

วิธีทำ จากสมการ

$$T = 60 P_b / 2\pi N$$

เมื่อ $P_b = 60000 \text{ Watt}$ $N = 4750 \text{ rpm}$

แทนค่า

$$= 60 \times 60000 / 2\pi \times 4750$$

$$= 120.62 \text{ Nm}$$

จากสมการ

$$TE = T n f e / R$$

เมื่อ

$$T = 120.60 \text{ N-m} \quad n = 1$$

$$f = 4.63 \quad e = 0.95$$

$$R = 0.70 \div 2 = 0.35$$

แทนค่า

$$= 120.62 \times 1 \times 4.63 \times 0.95 / 0.35$$

$$= 1515.85 \text{ N}$$

จากสมการ

$$TE_{Max} = \mu W$$

เมื่อ

$$\mu = 0.15 \quad W = 15.4 \text{ kN}$$

แทนค่า

$$= 0.15 \times 15.4$$

$$= 2.31 \text{ kN}$$

สรุป ความเสียหายระหว่างพื้นถนนและยางสามารถรับแรงขับเคลื่อนได้ถึง 2310 N ซึ่งมากกว่าแรงขับเคลื่อนที่เครื่องยนต์ส่งมายังล้อ คือ 1518.85 ดังนั้น แรงขับเคลื่อนที่ใช้งานจริงก็คือแรงขับเคลื่อนที่เครื่องยนต์ส่งมายังล้อขับเคลื่อน = 1515.85 N นั่นเอง

Power point ตารางประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังและตารางสัมประสิทธิ์ความเสียหายการหมุนของล้อ

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

ลักษณะของรถยนต์	ประสิทธิภาพการส่งกำลัง (e)
รถแข่ง	0.90 – 0.95
รถยนต์นั่ง	0.90 – 0.92
รถบรรทุก, รถโดยสาร	0.82 – 0.85

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานการหมุนของล้อ

สภาพของถนน	ค่าสัมประสิทธิ์ (μ)
สภาพดี	0.01 – 0.016
ถนนเป็นกรวด	0.015 – 0.020
ถนนมีไม้อัดกันเรียบ	0.020 – 0.030
ถนนเป็นหิน	0.016 – 0.07
ถนนเป็นทราย	0.15 – 0.3

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 3

1. รถยนต์โตโยต้าโคโรน่า (ลิตแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงได้ 112 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์สาม 1.394:1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 3.909 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 95% รัศมีของยาง 29 เซนติเมตร

- จงหา
1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน
 2. แรงขับเคลื่อน

2. รถอีซูซุจัมปี้คันหนึ่ง เป็นรถมีการขับเคลื่อนที่ล้อหลัง โดยมีน้ำหนักแชสซีลพร้อมหัวเก๋ง 59400 นิวตัน น้ำหนักกดลงที่ล้อหน้า 27150 นิวตัน น้ำหนักกดที่ล้อหลัง 32250 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนสูงสุดขณะที่รถอยู่บนถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน 0.45

3. รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงได้ 235 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857 : 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 80 % รัศมีของยาง 30 cm

- จงหา
1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน
 2. แรงขับเคลื่อน

เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 3

1. รถยนต์โตโยต้าโคโรน่า แรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 112 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์สาม 1.394:1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 3.909 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 95% รัศมีของยาง 29 เซนติเมตร จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ

$$T_r = T_{nfe} \quad T = 112 \text{ N.m}$$

$$= 112 \times 1.394 \times 3.909 \times 0.95 \quad n = 1.394$$

$$= 579.79 \text{ Nm} \quad f = 3.909$$

$$TE = \frac{T_r}{R} \quad e = 0.95$$

$$= \frac{579.79}{0.29}$$

$$= 1,999.27 \text{ N}$$

2. รถอีซูซุจัมปี้คันหนึ่ง เป็นรถมีการขับเคลื่อนที่ล้อหลัง โดยมีน้ำหนักแชสซีลพร้อมหัวถัง 59400 นิวตัน น้ำหนักกดลงที่ล้อหน้า 27150 นิวตัน น้ำหนักกดที่ล้อหลัง 32250 นิวตัน จงหา แรงขับเคลื่อนสูงสุดขณะที่รถอยู่บนถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน 0.45

วิธีทำ

$$\text{Max } TE = \mu W \quad \mu = 0.45$$

$$= 0.45 \times 32,250 \quad W = 32250 \text{ N}$$

$$= 14,512.5 \text{ N} \quad \text{Max } TE = ?$$

3. รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 235 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857 : 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 80 % รัศมีของยาง 30 cm จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

$$T = 235 \text{ Nm} \quad n = 0.767$$

$$f = 5.857 \text{ m} \quad e = 0.80$$

$$R = 0.3 \text{ m}$$

จากสมการ

$$\begin{aligned}
 T_r &= T_n f_e \\
 &= 235 \times 0.767 \times 5.857 \times 0.80 \\
 &= 844.55 \quad \text{Nm}
 \end{aligned}$$

จากสมการ

$$\begin{aligned}
 TE &= T_n f_e / R \\
 &= 844.55 / 0.3 \text{ m} \\
 &= 2815.16 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 3

1. รถยนต์โตโยต้าโคโรน่า (ลิตแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงได้ 112 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์สาม 1.394:1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 3.909 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 95% รัศมีของยาง 29 เซนติเมตร

- จงหา
1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน
 2. แรงขับเคลื่อน

2. รถอีซูซุจัมพ์คันหนึ่ง เป็นรถมีการขับเคลื่อนที่ล้อหลัง โดยมีน้ำหนักแชสซีพร้อมหัวเก๋ง 59400 นิวตัน น้ำหนักกดลงที่ล้อหน้า 27150 นิวตัน น้ำหนักกดที่ล้อหลัง 32250 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนสูงสุดขณะที่รถอยู่บนถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน 0.45

3. รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงได้ 235 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857 : 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 80 % รัศมีของยาง 30 cm

- จงหา
1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน
 2. แรงขับเคลื่อน

เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 3

1. รถยนต์โตโยต้าโคโรน่า แรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 112 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์สาม 1.394:1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 3.909 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 95% รัศมีของยาง 29 เซนติเมตร จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ

$$T_r = T_{nfe} \quad T = 112 \text{ N.m}$$

$$= 112 \times 1.394 \times 3.909 \times 0.95 \quad n = 1.394$$

$$= 579.79 \text{ Nm} \quad f = 3.909$$

$$TE = \frac{T_r}{R} \quad e = 0.95$$

$$= \frac{579.79}{0.29}$$

$$= 1,999.27 \text{ N}$$

2. รถอีซูซุจัมปี้คันหนึ่ง เป็นรถมีการขับเคลื่อนที่ล้อหลัง โดยมีน้ำหนักแชสซีลพร้อมหัวถัง 59400 นิวตัน น้ำหนักกดลงที่ล้อหน้า 27150 นิวตัน น้ำหนักกดที่ล้อหลัง 32250 นิวตัน จงหา แรงขับเคลื่อนสูงสุดขณะที่รถอยู่บนถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน 0.45

วิธีทำ

$$\text{Max } TE = \mu W \quad \mu = 0.45$$

$$= 0.45 \times 32,250 \quad W = 32250 \text{ N}$$

$$= 14,512.5 \text{ N} \quad \text{Max } TE = ?$$

3. รถยนต์คันหนึ่งผลิตแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 235 Nm มีอัตราทดของกระปุกเกียร์ที่เกียร์ห้า 0.767 : 1 อัตราทดของกระปุกเฟืองท้าย 5.857 : 1 ประสิทธิภาพการส่งกำลัง 80 % รัศมีของยาง 30 cm จงหา 1. แรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 2. แรงขับเคลื่อน

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

$$T = 235 \text{ Nm} \quad n = 0.767$$

$$f = 5.857 \text{ m} \quad e = 0.80$$

$$R = 0.3 \text{ m}$$

จากสมการ

$$\begin{aligned}
 T_r &= T_n f_e \\
 &= 235 \times 0.767 \times 5.857 \times 0.80 \\
 &= 844.55 \quad \text{Nm}
 \end{aligned}$$

จากสมการ

$$\begin{aligned}
 TE &= T_n f_e / R \\
 &= 844.55 / 0.3 \text{ m} \\
 &= 2815.16 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$